H
1747

von Halder
N. 2981.

Picards
Abhandlung
vom
Wasserwägen
mit neuen
Beyträgen
von
J. H. Lambert.

EIGENTHUM DER STADT AUGSBURG

Mit Kupfern.

Berlin,
bey Haude und Spener,
Königl. und der Academie der Wissenschaften privil. Buchhändlern.
1770.

Da hier der lange Titel der 1749 von Hrn. Passavant herausgegebenen Uebersetzung abgekürzt worden, so hat man den Lesern nur zu sagen, daß la Hire die erste Ausgabe des Picardschen Werkes nach Picards Tode veranstaltet, und mit seinen eigenen Zusätzen bereichert hat. Die Anmerkungen unter dem Texte sind von dem Uebersetzer. An der Uebersetzung ist nur S. 128. die Construction einer allzuverwickelten Periode und im Texte S.

173. die Vergleichung verschiedener Maasse so geändert worden, daß jene leichter, diese richtiger wurden. Was über die ganze Sache hin und wieder hätte angemerkt werden können, findet sich in denen am Ende beygefügten Beyträgen in ungleich besserm Zusammenhange, als es in zerstreuten Noten hätte geschehen können.

Berlin den 29 Herbstmonat 1769.

J. H. Lambert.

Vorrede

des Uebersetzers
Herrn Passavant.

Da alle unser Thun allezeit den Nutzen der menschlichen Gesellschaft zu seinem Hauptzweck haben soll, und bekannt ist, was für grosse Vortheile von der Kunst, Wasser zu wägen, derselben zufliessen, so habe ich keines weitern Grundes vonnö-

then, das Unternehmen gegenwärtiger Uebersetzung zu rechtfertigen. Denn obwohl schon verschiedene deutsche Werkchen von dem Wasserwägen von Zeit zu Zeit sind heraus gekommen, so waren sie doch allemal entweder unvollständig oder undeutlich, so, daß wenig Nutzen daraus zu ziehen war, da hingegen das gegenwärtige Werk des Herrn Picard sich jederzeit den Ruhm aller Kenner dieser Kunst erworben hat. Die Erfahrung selbst hat gezeiget, daß die Art, das Wasser abzuwägen, welche darinn gelehret wird, gut und allen andern vorzuziehen sey. Es ist zwar auch diese Abhandlung schon einmal ins Deutsche übersetzet worden: weil aber der Uebersetzer ein gebohrner Franzos und der Deutschen Sprache nicht genug kundig war, und der Verstand des Verfassers an vielen Oertern undeutlich oder verkehrt ausgedrückt worden, so verursachte solches, daß das helle Licht, wel-

ches in dem Werke des Herrn Picard allenthalben hervor leuchtet, durch die Uebersetzung so verdunkelt wurde, daß man seine Stralen nicht mehr merken konnte.

In gegenwärtiger Uebersetzung aber habe ich mich der Deutlichkeit absonderlich beflissen, und mich jederzeit mehr an den Verstand des Verfassers, als an seine Worte, gebunden.

Ich habe hin und wieder einige Anmerkungen an die Oerter, wo ich es am nöthigsten zu seyn erachtet, beygefüget, und weil die in dem Werk enthaltene Tabellen auf Französisches Maaß eingerichtet sind, das Berlinische Maaß aber mit dem Rheinländischen vollkommen überein kömmt, so habe ich zu grösserem Nutzen und mehrerer Bequemlichkeit derer, welche in Sr. Königlichen Majestät Ländern Abwägungen zu verrich-

ten haben, dieselbe nach Rheinländischem Maaß berechnet und hinten an das Werk angehänget. Ich überlasse also einen jeden Leser selbst zu urtheilen, in wie weit ich meine Absicht, ihm nützlich zu seyn, erreichet habe.

Vorrede

des

Herrn de la Hire.

Der Herr Picard hat zu Ende seiner Abhandlung von der Ausmessung der Erdkugel eine Einrichtung der Wasserwage, an welche er, anstatt der Dioptern, ein Fernglas fest gemachet, wie er kurtz vorher an den Quadranten, deren er sich zu Beobachtung der Winkel bediente, auch gethan hatte, vorgetragen.

Dieses Instrument hat vor denjenigen, deren man sich bis dahin bedient hatte, einen so grossen Vorzug, daß die Verbesserungen, worauf man sonsten in den Abwägungen gar nicht Acht hatte, bey dem Gebrauch dieses Instruments sehr nützlich angewandt werden, um zu einer solchen Genauigkeit zu kommen, welche man sich in dergleichen Verrichtungen noch nicht hatte versprechen dürfen. Einige Zeit hernach hatte er eine sehr ansehnliche Gelegenheit, dieses Instrument zu gebrauchen, da ihm aufgetragen wurde, die Wasser um Versailles herum wie auch die Höhen und Röschen der zwey Flüsse, der Seine und der Loire abzuwägen: und weil es auf ein sehr grosses und wichtiges Unternehmen dabey ankam, so machte er seine Observationen mit allem möglichen Fleiß und Genauigkeit.

Diese Arbeit gab ihm Anlaß, an der Einrichtung des Instruments, die er

bekannt gemacht hatte, etwas zu ändern, um dasselbe bequemer und in dem Gebrauch sicherer zu machen. Sodann machte er über die Abwägungen, welche er mit diesem Instrument gemacht hatte, verschiedene Anmerkungen; und endlich verfertigte er auch einige Nachrichten, sonderlich über die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, und über die Prüfung und Verbesserung des Instruments, damit sie ihm dienten, wenn gleiche Fälle wieder vorkämen.

Der glückliche Ausschlag derer Werke, welche zufolge einiger seiner Abwägungen sind gemacht worden, zeigte und bestätigte die Richtigkeit seiner Observationen. Man bat ihn derowegen, seine Lehrsätze nebst seinen Anmerkungen der Welt bekannt zu machen. Aber als er alles, was er darüber geschrieben, in Ordnung gebracht hatte, und an dem war selbiges im Druck heraus zu geben, so wurde er von einer heftigen Krankheit,

die ihn in wenig Tagen hinraffte, überfallen.

Da ich aber die Aufsicht über dieses Werk auf mich genommen hatte, so habe ich geglaubt, es würde dasselbe, wenn es zum rühmlichen Gedächtniß des Herrn Picard im Druck erschiene, von der gelehrten Welt, wegen des daraus zu schöpfenden grossen Nutzens, dennoch mit Freuden aufgenommen werden, ob schon dessen Verfasser nicht die letzte Hand daran geleget hatte. Allein ob er gleich befohlen hatte, man sollte mir seine Schriften und Papiere überliefern, so sind doch beynahe zwey Jahr verflossen, ehe ich derselben konnte habhaft werden, und es ist eine sehr kurze Zeit, seit dem ich sie erst empfangen habe. Ich habe sorgfältigst Acht gehabt an allem demjenigen, was Herr Picard gemacht hatte, nicht das geringste zu ändern. Ich habe nur an denjenigen Oertern, wo ich es, für diejenigen,

welche in der Feldmeßkunst nicht sonderlich stark sind, für nöthig erachtet habe, noch einige Beweise hinzu gesetzet. Ich habe auch eine vollständige Beschreibung seiner Wasserwage, wie er dieselbe gebraucht hat, gegeben, anstatt daß er solche nur mit wenigem berühret und seinen Leser auf seine Abhandlung von der Ausmessung der Erdkugel, wo er sie weitläuftig erkläret hat, angewiesen hatte.

Ueberdieß habe ich eine allgemeine Art, die Wasserwage zu verbessern und in richtigen Stand zu stellen, beygefüget, deren man sich in vielen Begebenheiten viel leichter und bequemer wird bedienen können, als dererjenigen, welche von Herrn Picard vorgeschrieben werden.

Und weil verschiedene gelehrte Meßkünstler, Wasserwagen von verschiedener Art und Gebrauch bekannt gemacht ha-

ben, und selbige in gewissen Fällen grossen Nutzen haben können, so habe ich für gut erachtet, einige derselben hier zu beschreiben, insonderheit aber diejenigen, welche zu grossen Abwägungen dienen können, nebst der Art und Weise, selbige zu gebrauchen. Die Beschreibung, die ich von der Einrichtung und dem Gebrauch des Herrn Huguens seiner gegeben habe, ist so, wie er sie in dem Tagbuch der Gelehrten bekannt gemacht hat, und des Herrn Römers seine habe ich nach einer, die er selbst hat machen lassen, beschrieben. Endlich habe ich auch gelehret, wie man ein Fernglas auf dem Wasser kann schwimmen machen, indem man seine beyde Theile, welche ihm anstatt der Dioptern dienen, von einander absondert, welches sehr grossen Nutzen haben kann.

Der erste Theil dieses Werkes ist in drey Capitel abgetheilet. Das erste Capitel handelt von der Lehre des Wasser-

wägens. Das zweyte enthält die Beschreibung der Instrumente, welche zum Wasserwägen gebraucht werden, und das dritte lehret, wie die Kunst Wasser zu wägen kann ausgeübet werden.

Der zweyte Theil ist eine Erzählung etlicher sehr merkwürdiger Abwägungen, die von Herrn Picard auf Königl. Befehl sind gemacht worden.

Und weil man, um bey grossen Abwägungen die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre mit einiger Genauigkeit bestimmen zu können, die Grösse der Erdkugel und ihres Durchmessers zu wissen unumgänglich nöthig hat, so hat solches mich veranlaßt, einen Auszug aus des Herrn Picard Werk von der Ausmessung der Erdkugel, nach dem Vorsatz, den er selbst gehabt, und mir zum öftern bekannt gemacht hatte, hinten anzuhängen, damit jedermann dieses Werkes, welches nur in sehr we-

niger Leute Hände gekommen war, weil nur eine kleine Anzahl Exemplare um Verehrungen damit zu machen, sind verfertiget worden, kann theihaftig werden. Man findet darinnen, nebst der Art, wie die Observationen sind gemacht worden, den Erfolg aller Verrichtungen und eine Tabelle von der Verhältniß einiger ausländischen Maasse gegen das Französische. Anstatt der scheinbaren Polhöhen habe ich die wahren angegeben, indem ich eine jede um eine Minute vermindert habe; welches ohngefehr die Erhöhung ist, welche die Stralenbrechung in der Höhe des Polarsterns verursachet, wie Herr Cassini am ersten beobachtet hatte, und wir nachgehends durch eine grosse Anzahl Observationen bestätiget haben.

Abhand-

Abhandlung vom Wasserwägen.

Das I. Capitel.

Von der Lehre des Wasserwägens.

Horizontalpuncte oder Puncte von wagerechtem Stand werden diejenigen genannt, welche von dem Mittelpunct der Erde gleich weit entfernet sind.

Hieraus erhellet, daß eine Linie, welche ihrer ganzen Länge nach vollkommen horizontal,

folglich in allen ihren Puncten von dem Mittelpunct der Erde gleich weit weg ist, eine cirkelförmige Rundung haben müsse, die mit der Erde einerley Mittelpunct hat.

Wenn wir also annehmen, daß alle Puncte der Oberflächen der flüßigen Körper, die nicht beweget werden, in einerley Weite von dem Mittelpunct der Erde stehen, so werden wir auch alle Puncte der Oberflächen dieser Körper, als zum Exempel des Meers, der Seen, der Teiche, wie auch überhaupt aller anderen stillstehenden flüßigen Materien, für Horizontalpuncte halten müssen.

Es könnte also der wagerechte Stand zweyer Puncte, vermittelst eines mit Wasser angefüllten Canals auch bestimmet werden. Weil aber dieses in der Practik nicht allzeit angehen oder wenigstens sehr mühsam seyn würde, zumahl wenn die beyden Puncte weit von einander entfernet wären; so ist man verbunden sich des **Sehestrahls** und eines dazu gehörigen Instruments, **Wasser-Wage**, zu bedienen, dessen ganze Absicht diese ist, daß wir dadurch eine Linie bekommen können, die mit einer andern, welche wir in

der **Horizontalfläche** desjenigen Orts, da die Observation geschiehet, uns als gezogen vorstellen, parallel ist; oder die mit der **Vertical- oder Senklinie**, welche gegen den Mittelpunct der Erde zugehet, einen rechten Winckel macht, und hiermit über die wahre Horizontallinie sich so weit erhebet, als eine **Tangens** oder **berührende Linie** von dem Umkreis des Cirkels abweichet, jemehr sie sich von dem Punct, in welchem sie ihn berührt, entfernet.

Diese gerade Linie, die mit der Horizontalfläche parallel ist, werden wir hinführo die **scheinbare Horizontallinie** nennen.

Was itzt erkläret worden, wird durch die Figur noch begreiflicher gemachet werden. Der Punct A (Fig. 1. Tab. 1.) stellet den Mittelpunct der Erde vor, um welchen der Cirkelbogen BC, als die wahre Horizontallinie, gezogen ist; die Linie BD aber, die den Bogen in B, wo die zum Wasserwägen nöthige Observation geschieht, berühret, zeiget die scheinbare Horizontallinie an, welche also mit AB einen rechten Winckel machen muß, nach dem sechzehenden Lehr-

Satze des dritten Buchs des Euclides. BA ist die Senklinie und AD ist die **Secans** oder die **Durchschnittslinie** des Cirkel-Bogens BC. Diese Durchschnittslinie aber ist grösser als der halbe **Diameter** oder **Durchmesser** AC um die Länge der Linie CD, welche die Höhe anzeiget, zu welcher sich für den Bogen BC oder den Winckel BAC die scheinbare Horizontallinie über die wahre erhebet.

Es ist hierbey zu mercken, daß bis auf eine Weite von 100 Französischen Ruthen die scheinbare Horizontallinie sich über die wahre so wenig erhebet, daß die Verbesserung, die man damit vornehmen sollte, kaum wahrzunehmen ist, und man also, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, die scheinbare für die wahre annehmen kan. Wenn man aber diese Verbesserung in noch grösseren Entfernungen verabsäumete, so würden sehr ansehnliche Fehler daraus entstehen, wie aus nachstehender Tabelle, welche dienet, die wahre Horizontallinie vermittelst der scheinbaren zu finden, kan ersehen werden; wobey wir voraus setzen, daß das Instrument gut und der Sehestrahl gerade seyn, welches letztere

zwar nicht allzeit kan erhalten werden, sonderlich in grossen Entfernungen, da der Sehe-Strahl oft so gebrochen wird, daß er als eine krumme Linie fortgehet, wovon wir an seinem Ort reden werden.

In dieser Tabelle zeiget die erste Reihe an, wie viel Französische Ruthen die zwey Oerter, deren wagerechten Stand zu finden man beschäftiget ist, von einander abliegen. Die andere Reihe aber enthält die Anzahl der Schuh, Zoll und Linien, um welche die scheinbare Horizontallinie, in beygesetzten Entfernungen, höher zu stehen kömmt, als die wahre; also daß, die wahre Horizontallinie zu bekommen, die scheinbare um so viel Schuh, Zoll und Linien muß erniedriget werden, als diese zweyte Reihe für die zur Seite stehenden Weiten anzeiget.

Tabelle,

welche anzeiget,

wie weit sich die scheinbare Horizontallinie über die wahre erhebet, bis auf eine Weite von 4000 Französischen Ruthen.

Weiten.	Erhöhungen.		
Franz. Ruthen.	Schuh.	Zoll.	Linien.
50	0	0	0 $\frac{1}{3}$
100	0	0	1 $\frac{1}{3}$
150	0	0	3
200	0	0	5 $\frac{1}{3}$
250	0	0	8 $\frac{1}{3}$
300	0	1	0
350	0	1	4 $\frac{1}{3}$
400	0	1	9 $\frac{1}{3}$
450	0	2	3

Weiten.	Erhöhungen.		
Franz. Ruthen.	Schuh.	Zoll.	Linien.
500	0	2	9
550	0	3	6
600	0	4	0
650	0	4	8
700	0	5	4
750	0	6	3
800	0	7	1
850	0	7	11½
900	0	8	11
950	0	10	0
1000	0	11	0
1250	1	5	2½
1500	2	0	9
1750	2	9	8½
2000	3	8	0
2500	5	8	9
3000	8	3	0
3500	11	2	9
4000	14	8	0

Die Regel, durch welche man der scheinbaren Horizontallinie Erhöhungen über die wahre finden kan, bestehet in der Theilung des Quadrats der Weite durch den Durchmesser der Erde, welcher nach unserer eigenen Ausmessung auf 6538594 *) Französische Ruthen sich beläuft. Und deßwegen verhalten sich auch solche Erhöhungen zu einander, wie die Quadrate der Wei-

*) Es hat nämlich der Herr Picard durch seine eigene Observationen den zwischen Malvoisine und Amiens enthaltenen Bogen der Mittagslinie 78850 Frantz. Ruthen lang, und den Unterscheid der Nordischen Breite dieser zwey Oerter 1° 22′ 55″ groß gefunden, woraus er geschlossen, daß 57060 Frantz. Ruthen einen Grad ausmachen. Beynahe eben diese Grösse hat nachgehends Herr Caßini bey Ausmessung des ganzen Bogens der Pariser Mittagslinie der sich von einem Ende Frankreichs zu dem andern erstrecket, für einen Grad auch gefunden. Da aber der Herr von Maupertuis, nach den berühmten Observationen in Norden, auch einen Theil des Bogens der Mittagslinie, welchen Herr Picard berechnet hatte, mit allem möglichen Fleiß und mit noch besseren Instrumenten als vorher geschehen war, ausgemessen, hat derselbe die Grösse eines Grades 57183 Frantz. Ruthen lang, das ist, ohngefähr $\frac{1}{464}$ länger als seine zwey Vorfahren sie bestimmet hatten, gefunden; welcher Unterscheid aber in Bestimmung der Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, wenn die Weite sich nicht über 1000 Französische Ruthen erstrecket, keine merkliche Aenderung bringen kan.

ten, welches aus der Tabelle kan ersehen werden. Der Grund, worauf die Ausrechnung dieser Erhöhungen beruhet, hält zwar in der geometrischen Schärffe nicht Stich; er kömmt ihr aber so nahe bey, daß in der Practik kein mercklicher Irrthum daraus entstehen kan.

Denn es ist gantz richtig, daß gleich wie sich verhält der halbe Durchmesser AB (Fig. 1. Tab. 1.) zu der berührenden Linie BD, also auch BE oder CE, das ist, die berührende Linie der Helfte des Winkels BAD, sich verhält zu CD; dieses folget nothwendig aus der Aehnlichkeit der Dreyecke ABD und ECD. Beyde haben wegen der berührenden Linien BD und CE, kraft des achtzehenten Lehrsatzes des dritten Buchs des Euclides, einen rechten Winckel, jener in B, dieser aber in C; übrigens ist der Winckel D beyden gemein. Wenn wir aber das erste und dritte Glied dieser Proportion verdoppeln, so werden wir sehen, daß, gleichwie sich verhält der gantze Durchmesser, zu der berührenden Linie BD, also sich auch verhalte das gedoppelte BE, welches wir hier BD

gleich setzen, zu CD, welches die nöthige Verbesserung anzeiget. Wenn also das Quadrat von BD, als das Product der beyden mittlern Glieder dieser letztern Proportion, durch den Durchmesser der Erde als das erste Glied, getheilet wird, so wird CD allezeit gefunden werden. Was wir aber oben angenommen, daß nämlich das Zweyfache von BE dem BD gleich seyn sollte, findet in solchen kleinen Winckeln, wie sie bey dem Wasserwägen vorkommen, wohl Statt; und hiermit behält die Proportion, die wir gefunden, daß nämlich der Durchmesser der Erde zu der Weite der beyden Puncte, die man in wagerechten Stand bringen will, BD, sich verhalte, wie gedachte Weite BD zu CD, als um wie viel die scheinbare Horizontallinie sich über die wahre erhebet, auch ihre Richtigkeit.

Es sind zwar die Erhöhungen der scheinbaren Horizontallinie nicht allzeit so, wie sie uns vorkommen, wegen der **Brechung** der Stralen, welche macht, daß dasjenige was wir betrachten uns höher zu stehen scheinet als es in der That ist: aber ausser dem,

daß die Stralenbrechung, wenn die Weite sich nicht über 1000 Französische Ruthen erstrecket, nicht mercklich ist, so geben wir hier noch zwey Mittel an die Hand, durch welche die wahre Horizontallinie jederzeit kan bestimmet werden, ohngeachtet nicht allein der Stralenbrechung, sondern auch der Erhöhungen der scheinbaren Horizontallinie, und dessen, was das Instrument seines Orts beytragen könnte, welches hier gleich viel gilt, ob es richtig und gut gemacht ist oder nicht, wenn es nur allezeit in einem Zustand bleibet, und man sich desselben immer auf einerley Art bedienet.

Erste Art.

Wasser zu wägen, ohne daß man die Güte des Instruments zu prüfen, und weder auf die Erhöhungen der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, noch auf die Stralenbrechung, acht zu haben nöthig hat.

Man darf nur das Instrument von beyden Orten, welche man in wagerechten Stand zu bringen willens ist, gleichweit entfernen. Denn wenn aus gleicher Stelle mit einem Instrument, das immer in einerley Höhe bleibet und dessen man sich beständig auf einerley Art bedienet, einige Zielpuncte, die von dem Auge gleich weit entfernet sind, bestimmet werden, so müssen nothwendig alle diese Puncte auch in einerley Weite von dem Mittelpunct der Erde stehen, weil sie in Ansehung der wahren Horizontallinie gleich tief erniedriget, oder gleich hoch erhaben sind, und sich folglich in wagerechtem Stand unter einander befinden müssen.

Es folget aber deswegen nicht, daß diese Puncte auch mit der Stelle, da die Abwägung geschiehet, oder mit dem Auge dessen, der sie verrichtet, in wagerechtem Stande seyn. Ueberdieß muß auch noch voraus gesetzt werden, daß, wenn eine Brechung der Stralen geschiehet, selbige in gleicher Weite gleich viel austrage.

Zweyte Art.

Diese Art erfordert eine doppelte Abwägung, die wechselsweise, von der ersten zur anderen Stelle, und dann wiederum von der andern zur ersten Stelle, geschehen muß; oder um mehrerer Sicherheit willen, weil die Stralenbrechungen in dieser wechselsweisen Abwägung zu einigem Irrthum Anlaß geben könnten, wenn sie sich während der Zeit verändern würden, so sollten eigentlich die zur Abwägung nöthige Observationen von zweyen Personen, deren eine an dem einen, und die andere an dem andern Ende der vorgesetzten Weite sich befänden, zu gleicher Zeit und mit vollkommen übereinstimmigen Instrumenten angestellet werden; welche Vorsichtigkeit aber in Wei-

ten, die 1000 Frantz. Ruthen nicht überschreiten, nicht nöthig ist, indem, wie wir oben schon gesagt haben, die Stralenbrechung bis auf eine solche Weite nicht zu merken ist.

Es ist aber hier zu wissen nöthig, daß, wenn in jeder Stelle der Ort des Auges, und der wechselsweise angenommene Ziel-Punct mit einander vereiniget sind, also daß die zwey Sehelinien, deren wir uns zum Abwägen bedienen, und die wir deßhalben **Abwägungslinien** benennen, so zusammen kommen, daß sie, wie in der Figur No. 1. (Fig. 11. Tab. 1.) gleichsam nur eine einzige ausmachen, alsdann auch beyde Enden dieser Linie in wagerechtem Stand sich befinden werden. Wenn aber, wie in der Figur No. 2. in der einen Stelle, oder wie in No. 3. und No. 4. in beyden Stellen, der Ort des Auges von dem wechselsweis angenommenen Zielpunct entfernet ist, so werden diejenigen Puncte, die zwischen jenen mitten inne stehen, in wagerechtem Stande seyn, entweder mit sich selbst, oder mit den in der Figur No. 2. vereinigten Puncten.

Beweis.

A stellet den Mittelpunct der Erde vor; BC und DE sind die zwey Linien welche wir bey den zweyen wechselsweis unternommenen Abwägungen bekommen, und von denen eine jede das Auge, an dem einen aber sich gegen überstehenden Ende, als zum Exempel in den zwey bezeichneten Puncten B und D, den Zielpunct aber an dem andern Ende, nämlich in C und E zu stehen hat.

Weil wir angenommen haben, daß das Instrument allezeit in gleichem Zustand verharre, so daß nicht die geringste Veränderung damit vorgehe, oder wenn zwey Instrumente gebraucht werden, daß dieselben vollkommen übereinstimmig seyn, so müssen auch die zwey Winckel ABC und ADE oder ACB und AED einander gleich seyn. Was die Linien BC und DE anbetrift, so müssen solche, wenn sie von einander abgesondert sind, entweder unter sich parallel, oder in einer etwas entgegen stehenden Lage seyn, welche letztere wir sonst zusammenlauffende Linien zu nennen pflegen; und in diesem Fall darf man sich nur vorstellen, daß die Linie GH,

welche durch den Punct F, als in welchem die zwey zusammenlauffende Linien einander begegnen, durchgehet, den Winckel BFE oder DFC, welcher zwischen beyden zusammenlauffenden Linien enthalten ist, in zwey gleiche Theile theile, so wird die Linie GFH die Linien AB und AD in den Puncten G und H durchschneiden, und diese beyde Puncte G und H werden alsdann von dem Mittel-Punct der Erde A gleich weit entfernet seyn, und hiermit in wagerechtem Stande sich befinden, nach der Erklårung, die wir von Horizontal- oder in wagerechtem Stande stehenden Puncten gegeben haben.

Denn erstlich, wenn die Puncte B und E, wie auch C und D, mit einander vereiniget sind, wie in der Figur No. 1. so müssen die Linien AB und AD einander gleich seyn, vermöge des sechsten Lehrsatzes des ersten Buchs des Euclides. Denn nach dem was wir angenommen, sind die beyden Winckel ADB und ABD einander gleich; folglich hat es in diesem Fall seine Richtigkeit, daß die Puncte B und D horizontal, das ist, in wagerechtem Stande sind.

Zwey-

Zweytens, wenn die Linien BC und DE parallel sind, wie in der Figur No. 5. so sind die Winckel ADE und ACB einander gleich, kraft des neun und zwantzigsten Lehrsatzes des ersten Buchs des Euclides; aber nach dem, was wir angenommen, ist der Winckel ADE auch dem Winckel ABC gleich; folglich müssen auch die Winckel ACB und ABC einander gleich seyn; woraus wiederum erhellet, daß die Linien AB und AC einander gleich, und hiermit auch die Puncte B und C horizontal sind. Auf eben diese Art kan auch aus der Gleichheit der Linien AD und AE bewiesen werden, daß auch die Puncte D und E horizontal sind. Wenn also die zwey Linien BE und CD in G und H, in zwey gleiche Theile getheilet werden, so werden diese in der Mitte stehende Puncte auch in wagerechtem Stande seyn, wie wir oben gesagt haben. Denn wenn die Linien AC und AB, wie auch AD und AE einander gleich sind, so werden die Linien CD und BE, wie auch DH, die Helfte von CD, und GE, die Helfte von BE, es gleichfalls auch seyn; folglich muß auch die Linie AH der Linie AG gleich, und hiermit die beyden Puncte G und H horizontal seyn.

Drittens, wenn die Puncte B und E mit einander vereiniget, und die zwey gegenüberstehende D und C von einander abgesondert sind, wie in der Figur No. 2. und alsdann der Winckel CBD durch die Linie BH, welche die Linie AC in H durchschneidet, in zwey gleiche Theile getheilet wird, so werden die Puncte B und H in wagerechtem Stande seyn. Denn weil, nach dem, was wir angenommen, die Winkel ADB und ABC einander gleich sind, und der Winkel in A, bey den Dreyecken ADB, und ABC gemein ist, so müssen die zwey übrige Winkel dieser Dreyecke, nämlich ABD und ACB, einander auch gleich seyn. Denn vermöge des zwey und dreyßigsten Lehrsatzes des ersten Buchs des Euclides machen in jedem Dreyecke alle drey Winkel zusammen zwey rechte aus. Wenn man also zu dem Winkel ABD den Winkel ABH noch hinzu thut, so wird der Winkel ABH, als die Summe beyder vorhergehenden, gleich seyn der Summe der zweyen andern, jenen gleichen Winkeln ACB und CBH; nun aber ist kraft des ersterwehnten zwey und dreyßigsten Lehrsatzes, in dem Dreyecke HCB der äussere Winkel AHB gleich den zwey

innern HCB, oder ACB und CBH; folglich werden die Winkel AHB und ABH, und, vermöge des sechsten Lehrsatzes des ersten Buchs des Euclides, die Linien AB und AH einander gleich, und hiermit die Puncte B und H horizontal seyn.

Wenn endlich, wie in den Figuren No. 3. und No. 4. die Linien BC und DE entweder innerhalb oder ausser den Linien AB und AC in F zusammen kommen, so wird die Linie GFH, wenn sie durch den Punct F so gezogen wird, daß sie die zwey gleichen Winkel EFB und DFC in zwey gleiche Theile theilet, die Linien AB und AC in G und H durchschneiden, und diese beyde Puncte G und H werden horizontal seyn. Denn in den zweyen Dreyecken FBG und FDH sind die Winkel in F gleich, und vermöge des zwey und dreyßigsten Lehrsatzes des ersten Buchs des Euclides ist der äussere Winkel ABC des Dreyecks FBG den zwey innern FGB und BFG, ingleichen auch der äussere Winkel ADE des Dreyecks FDH den zwey innern DFH und FHD gleich; es sind aber nach dem, was wir angenommen, die beyden Winkel ABC

und ADE auch einander gleich; folglich müssen die zwey Winkel FGB und BFG zusammen genommen, den beyden Winkeln DFH und FHD auch gleich seyn. Wenn nun beyderseits die gleichen Winkel BFG und DFG weggenommen werden, so werden die noch übrig bleibende Winkel FGB oder AGH und GHD oder AHG, und kraft des obangezogenen sechsten Lehrsatzes, des Dreyeckes AGH beyde Seiten AG und AH einander gleich, und hiermit die Puncte G und H im wagerechtem Stande seyn.

Allein da der Unterscheid der Linien FB und FE, wie auch FC und FD in der Practik allezeit so geringe ist, daß sie, ohne in einen mercklichen Irrthum dadurch zu gerathen, immer für einander gleich gehalten werden können, so folget daraus, daß die Linie GFH, die den Winckel in F in zwey gleiche Theile theilet, auch die Linien EB und DC in der Mitte in den Puncten G und H durchschneide, welche, wie wir allererst gezeiget, horizontal sind; und dieses ist, was wir beweisen sollten.

Man mögte sagen, dieser Beweis setze zum voraus, die Abwägungslinien BC, DE seyn gerade, welches doch nicht allzeit sich also befindet, sonderlich in grossen Entfernungen wegen der Stralenbrechung; weil wir aber angenommen, daß, wenn je eine Stralenbrechung geschiehet, selbe auf beyden Seiten gleich starck seyn, so ist klar, daß sie in der Bestimmung der wahren Horizontallinie nichts ändern wird.

Dieses sind also zwey Mittel, durch welche die wahre Horizontallinie genau kann gefunden werden; wenn man aber die Bequemlichkeit nicht haben kan, alle nöthige Vorsicht zu gebrauchen, und man verbunden ist, die Abwägung auf einer einzigen Stelle und auf ein einziges mahl zu verrichten, so ist nothwendig, daß man den Fehler des Instruments, so fern es einen hat, wohl kenne. Ich sage, daß man zu wissen nöthig hat, um wieviel das Instrument das Absehen auf eine gegebene Weite, in Ansehung der scheinbaren Horizontallinie erhöhet oder erniedriget, und dieses ist, was wir die Prüfung des Instruments nennen, von welcher wir in folgendem Capitel handeln werden. Es ist aber

nicht genug, um die wahre Horizontallinie aus einer Stelle, und auf einmahl zu bekommen, daß man auf die Verbesserung des Instruments bedacht ist: man muß überdieß der Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, wie wir sie in obiger Tabelle angegeben, sich auch allzeit erinnern.

Exempel.

Es kömmt eine Weite von 300 Franz. Ruthen vor, auf welche Entfernung man weis, daß das Instrument in Ansehung der scheinbaren Horizontallinie um 3. Zoll erniedriget, weswegen man das Seheziel um 3. Zolle erhöhen sollte; weil wir aber in der Tabelle finden, daß die scheinbare Horizontallinie in einer Weite von 300. Franz. Ruthen sich über die wahre um einen Zoll erhebe, so muß von denen drey Zollen, um die man das Seheziel, wegen Verbesserung des Instruments, erhöhen sollte, ein Zoll abgezogen, und hiermit die wahre Horizontallinie zwey Zolle höher, als das Seheziel, gesetzet werden.

Wenn aber hingegen das Instrument in gedachter Weite von 300. Franz. Ruthen

um 3. Zolle erhöhet, so wird die wahre Horizontallinie, um 4. Zolle niedriger, als das Seheziel, zu stehen kommen; denn wegen der Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre muß solches noch um einen Zoll tiefer gesetzet werden.

Wir führen hier nicht alle mögliche Fälle an, weil jederzeit leicht kan ersehen werden, was zu thun ist, wenn man nur die Sache so betrachtet, wie wir itzt gethan haben, und hiermit vor allen Dingen die scheinbare Horizontallinie festgesetzet, hernach aber selbige um so viel erniedriget, als ihre Erhöhung über die wahre austräget.

Wir haben oben erkläret, daß die Erhöhungen der scheinbaren Horizontallinie über die wahre sich unter einander verhalten, wie die Quadrate der Weiten; Hingegen die Verbesserung, die man wegen des Fehlers des Instruments vorzunehmen hat, nimmt zu oder ab, in der Verhältniß der Weiten selbst, welches die Figur (Fig. III. Tab. I.) leicht zu erkennen giebt.

B ist der Ort da die Observation geschiehet, BA die Linie, die gegen den Mittelpunct der Erde zugehet, BO die Sehelinie, BDI die scheinbare Horizontallinie, die mit BA einen rechten Winckel macht. Wenn wir nun setzen, daß auf eine Weite von 300. Franz. Ruthen, welche wir hier durch BP bezeichnen, die Linie DP, die den Fehler des Instruments, welches von der scheinbaren Horizontallinie abweichet, anzeiget, drey Zoll austrage; so ist augenscheinlich, daß in einer andern Weite z. E. BO, welche wir auf 600. Franz. Ruthen setzen wollen, die nöthige Verbesserung OI auf sechs Zolle sich belaufen werde. Denn wenn OI mit DP parallel gezogen wird, so werden die Dreyecke BPD und BOI einander ähnlich seyn; woraus, vermöge des vierten Lehrsatzes des sechsten Buchs des Euclides, folgt, daß BP ist zu PD wie BO zu OI; welches sollte bewiesen werden.

Man muß sich nicht einbilden, daß ein Instrument, welches das Absehen erniedriget und allzeit in einem gleichen Zustande verharret, in allen Entfernungen, die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie just wieder erstatten könne, w. z. e.

Da die Erhöhnng der scheinbaren Horizontallinie in einer Weite von 300. Franz. Ruthen einen Zoll austrägt, so wird ein Instrument, das, in eben solcher Weite, um einen Zoll erniedriget, die wahre Horizontallinie anweisen; denn in solchem Fall wird die Erhöhung des einen durch die Erniedrigung des andern wieder ersetzt; in einer kleineren Entfernung aber ist die Erniedrigung zu groß, und hingegen in einer größeren nicht groß genug; wie man ersehen kann, wenn man sich die Mühe geben will, solches zu berechnen. Es kan dieses auch durch eine Figur (Fig. IV. Tab. I.) deutlich vorgestellet werden.

A stellet den Mittelpunct der Erde vor, das Cirkelstück B G C H die wahre Horizontallinie, BK die scheinbare, B I die Sehelinie, und ist eine unterwärts gehende gerade Linie, welche also die wahre Horizontallinie, in einem Punct, nothwendig durchschneiden muß. Ist C dieser Punct, so muß er mit B in wagerechtem Stande seyn: alle übrigen Puncte aber, wie F und I, stehen entweder zu niedrig oder zu hoch. Es ist also etwas leichtes, die Weite genau zu bestimmen, in

welcher ein Instrument, welches das Absehen erniedriget, die wahre Horizontallinie anzeigen wird, wenn nur dessen Fehler für eine gewisse Weite bekannt ist, das ist, wenn man nur weis, um wie viel die Sehelinie, in einer gegebenen Weite, von der scheinbaren Horizontallinie abweichet; denn wenn in obiger Tabelle die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie für diejenige Weite genommen worden, für welche der Fehler des Instruments bekannt ist, so kan die verlangte Weite durch folgende Regel **de Tri** bestimmet werden: Wie die in der Tabelle für die angegebene Weite gefundene Erhöhung sich verhält zu dem Fehler des Instruments für gleiche Weite, also verhält sich die gegebene Weite zu derjenigen, in welcher das Instrument die wahre Horizontallinie bestimmen wird.

Exempel.

Wenn ich weis, daß das Instrument auf eine Weite von 300. Franz. Ruthen das Absehen allzeit um zwey Zolle erniedriget, da mir zugleich aus der Tabelle bekannt ist, daß die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie, auf gedachte Weite, nur einen Zoll austrägt, und ich alsdann wissen will, in

welcher Weite dieses Instrument, so wie es ist, die wahre Horizontallinie angeben werde, so sage ich: Wie sich verhält ein Zoll Erhöhung, zu zwey Zollen Fehler, also verhält sich die gegebene Weite von 300. Franz. Ruthen zu der gesuchten Weite, die sich also auf 600. Franz. Ruthen belauffen wird. Denn in dieser Weite machet so wohl der Fehler des Instruments als die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie, eines wie das andere, vier Zoll aus, und hiermit wird eines durch das andere wiederum erstattet.

Die Regel, die wir itzt gegeben haben, gründet sich auf das, was wir oben gesaget, daß nämlich der Fehler des Instruments zu- oder abnehme in der Verhältniß der Weiten selbst; der scheinbaren Horizontallinie Erhöhungen aber mit Weiten in gezweyfältigter Verhältniß stehen, das ist, sich verhalten, wie die Quadrate der Weiten.

Wir haben oben erwiesen, daß daß, was wir hier zuletzt angenommen haben, und der scheinbaren Horizontallinie Erhöhungen betraf, in der geometrischen Schärfe nicht Stich halte, aber auch daß solches in der

Practick keineswegs in Betrachtung zu ziehen sey. Ein gleiches muß auch in Ansehung des andern was wir angenommen, wegen den Fehlern des Instruments noch erinnert werden, denn, weilen die Linien EF, CD, IK, nicht parallel sind, wenn man voraussetzt, daß sie gegen den Mittelpunct der Erde A zu gehen, so sind sie auch nicht in der Verhältniß der Weiten BE, BD, BK. Weil sie aber in dem Mittelpunct der Erde sehr kleine Winkel machen, also daß daher kein merklicher Unterscheid unter diesen Verhältnissen erwachsen kan, so verdienet solcher auch nicht in Erwägung gezogen zu werden.

Beweis der vorhergehenden Regel.

Wenn wir also in vorhergehender Figur annehmen, die Linien FE und CD seyn unter sich parallel und die Weite BF samt der Linie FE, welche den Fehler des Instruments, das ist, um wie viel dadurch die Sehelinie für gedachte Weite, unter die scheinbare Horizontallinie zu stehen kömmt, anzeiget, gegeben ist; so soll die Weite BC, in welcher die Sehelinie BI die wahre Hori-

zontallinie durchschneidet, und hiermit den Punct C, welcher mit B in wagerechtem Stande ist, anweiset, gefunden werden.

Aus unserer gleich im Anfang gegebenen Tabelle, ist die Linie GE welche die Abweichung der scheinbaren von der wahren Horizontallinie für die Weite BF oder BG, die wir einander gleich setzen, anzeiget, allbereit bekannt; sodann haben wir oben auch erwiesen, daß die Erhöhungen der scheinbaren Horizontallinie über die wahre sich unter einander verhalten wie die Quadrate der Weiten; woraus folget, daß die Erhöhung GE sich zu der Erhöhung CD verhalte, wie das Quadrat der Weite BG oder BF, zu dem Quadrat der Weite BC; wie sich aber verhält BF zu BC, also verhält sich auch FE zu CD, wegen der Aehnlichkeit der Dreyecken BFE und BCD, welche, wenn die Linien FE und CD parallel sind, nothwendig erfolget; wenn nun obige Verhältniß verkehret wird, so werden wir bekommen CD zu GE, wie das Quadrat von CD zu dem Quadrat von FE; folglich müssen vermöge der Zugaben des neunzehenden Lehrsatzes des sechsten Buchs des Euclides, die Linien CD, FE, GE in steter Proportion

seyn, und hiermit FE sich verhalten zu GE, wie CD zu FE, das ist wie BC zu BF; und durch Verkehrung der Verhältniß wird GE sich verhalten zu FE wie BF zu BC, welches zu beweisen war; denn GE ist die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre für die gegebene Weite BG oder BF; die Linie FE zeiget den Fehler des Instruments an, für gleiche Weite; BF aber ist die gegebene Weite selbst, und dann BC die gesuchte Weite.

Wenn wir endlich annehmen, daß wir eine gerade Linie errichtet haben, welche die scheinbare Horizontallinie vorstellet, und wir uns einbilden, daß an beyden Enden eine Perpendicularlinie aufgerichtet sey, in deren einer jeden man einen Punct nach Wohlgefallen angenommen, so erhellet aus dem, was oben ist erwiesen worden, ganz deutlich, daß um zu erkennen, ob diese zwey Puncte von dem Mittelpunct der Erde gleich weit entfernet seyn, oder um wie viel der eine weiter davon abstehe, als der andre, man nichts anders zu thun nöthig habe, als diese zwey Puncte und die wahre Horizontallinie gegen einander zu halten; in dieser Vergleichung bestehet alle zum Wasserwägen gehörige Wissenschaft.

Das II. Capitel.

Von dem Instrument, Wasserwage genannt, und wie man solches verbessern könne.

Wir haben zu Anfang des vorhergehenden Capitels schon gesagt, daß die ganze Absicht des Instruments, dessen man sich zum Wasserwägen bedienet, diese sey, daß dadurch zwey Puncte können bestimmet werden, welche so beschaffen sind, daß, wenn von dem einen zu dem andern eine gerade Linie gezogen wird, selbige mit der Vertical- oder Senck-linie, die durch den einen der bestimten Puncte gegen den Mittelpunct der Erde zugehet, einen rechten Winkel mache, oder, welches einerley ist, in der Horizontal-fläche, welche durch eben diesen bestimmten Punct durchgehet, sich befinde.

Man hat bisher verschiedene solcher Instrumente oder Wasserwagen erfunden, deren ganze Richtigkeit von einem Stücke Bley, das an dem Ende eines Fadens fest gemacht ist, und von dem man dafür hält, daß es

durch seine Schwere gegen den Mittelpunct der Erde zu gezogen werde, abhanget; oder von einem andern und auf andere Art aufgehängten schweren Cörper, der mit dem Bley hier einerley Wirckung hat, nach welchem die Wasserwage gerichtet wird; oder auch wohl von einer flüßigen Materie, deren Oberfläche einen Theil der Horizontalfläche vorstellet, weil diese von jener, in einer nicht gar grossen Weite nicht merklich abweichet. Endlich aber ist man doch darin übereinkommen, daß dasjenige von dem wir zuerst sprechen werden, das richtigste und beste unter allen sey, weil man sich dessen auch in denjenigen Begebenheiten bedienen kan, in welchen die andern alle, fast ganz unnütz sind. Wir haben in der Abhandlung von der Abmessung der Erde schon eine Beschreibung davon gemacht, welche wir hier wiederholen und die Figur die solches vorstellet erklären werden. (Fig. I. Tab. II.)

In dieser Figur ist unter andern zu beobachten, daß, wie wir sie anfangs gemacht, selbige den lateinischen Buchstaben T vorstellte, seithero aber von uns geändert ward, so daß sie nunmehro einem Creutz ähnlich siehet.

Diese

Diese Veränderung haben wir deswegen daran gemacht, damit das Haar, dessen wir uns statt des **Perpendikels** bedienen, welches oben an dem Creutz fest gemacht ist, desto länger seyn kan, damit der unten am Creutz gezeichnete Punct, an welchen das Haar, um die scheinbare Horizontallinie zu bestimmen, anschlagen muß, desto genauer kan beobachtet werden.

Ehe wir aber die Beschreibung der Wasserwage, deren in dieser Abhandlung wird gedacht werden, mittheilen; wird es, wie wir erachten, dienlich seyn, wenn wir die Einrichtung des **Fernglases**, dessen wir uns an statt der **Dioptern** bedienen, und welches einen Hauptheil des Instruments mit ausmachet, vorher besonders erklären werden.

Dieses **Fernglas** ist aus drey Stücken zusammen gesetzet, nämlich aus einem **Objectivglase**, zweytens aus einigen creutzweis über einander gespannten **Fäden**, die in des Objectivglases **Brennpuncte** sich befinden, und dann drittens aus einem **Ocular**= oder **Augenglase**, dessen Brennpunct auch ohngefähr an demjenigen Ort ist, da die Fäden sind.

Der Brennpunct eines erhabenen Glases wird der Ort genannt, wo alle Stralen, die von einem ziemlich weit entfernten leuchtenden oder gefärbten Puncte ausgeflossen waren, nachdem sie durch das Glas durchgegangen, sich wieder mit einander in einem Puncte vereinigen; weswegen auch diejenigen Dinge, die dem Glase entgegen gesetzt sind, in diesem Ort sehr deutlich abgemahlet stehen. Dieses kan auch aus der Erfahrung ersehen werden, wenn in einem wohl verschlossenen Zimmer, in welches das Tagelicht nur durch eine kleine Oefnung hinein dringen kan, diese Oefnung mit einem erhabenen Glase bedecket wird; denn alsdann, wenn innen in dem Zimmer ein weisses Papier gegen das Glaß, und so weit als sein Brennpunct von ihm entfernet ist, gehalten wird, so wird ein sehr sauberes und deutliches Gemälde aller derer Dinge, die dem Glase von aussen entgegen gesetzet sind, auf dem Papier zu sehen seyn. Der Brennpunkt des Glases kan gefunden werden, wenn das Papier bald näher, bald weiter gehalten wird, bis daß das Gemälde recht sauber und erkenntlich wird. Es wird hier zum voraus gesetzt, daß das Glas gut und recht gemacht, und in

Ansehung der Weite seines Brennpunctes nicht allzustarck entblößt sey. Das weisse Papier, auf welchem sich das Gemälde zeiget, dienet zu nichts anderm, als um die gefärbte Stralen in der Weite des Brennpunctes, in welchem sie sich alle mit einander vereinigen, aufzuhalten, und in dem dadurch selbige hin und wieder in dem Zimmer zurück gebeugt werden, so scheint es, als wenn das Object, daraus sie ausgeflossen, auf dem Papiere selbst, abgemahlet, nicht aber von aussen hereingebracht wäre.

Wenn man diesen Strahlen kein Papier entgegen hielte, so würde nichts destoweniger dasjenige, was dem Glase von aussen gegen über stehet, in dem Ort des Brennpuncts dennoch abgemahlet seyn, obwohl dieses Gemälde von denenjenigen, die im Zimmer sich befinden, alsdenn nicht würde können wahrgenommen werden. Wenn aber ein erhabenes Glas jenseit des Brennpuncts des Objectivglases gesetzt wird, also, daß der Brennpunct dieses zweyten Glases, welches wir das Augenglas nennen, mit dem Brennpuncte des ersteren oder Objectivglases zusammen trift, so werden die gefärbten Stralen, welche,

nachdem sie auf der Oberfläche des Objectiv-glases im Durchgehen sind gebrochen und dadurch in dessen Brennpunct mit einander verniniget worden, indem sie ihren Weg weiter fortsetzen, sich wieder von einander jemehr und mehr entfernen, so bald sie dem Augenglase begegnen, in dem Durchgang von neuem wieder gebrochen, und so gerichtet werden, daß wenn das Auge hinter dieses Glas gehalten wird, diejenigen Dinge, die in dem Brennpunct abgemalet sind, können wahrgenommen werden, eben als wenn ein wirckliches Gemälde daselbst sich befände. Es werden auch alle diese Objecte grösser scheinen, als wenn sie mit blossen Augen gesehen würden, sofern nämlich das Augenglas erhabner ist als das Objectivglas, welches jederzeit also kan eingerichtet, ja auch sehr starck vermehret werden, nachdem die Erhabenheit solcher Gläser beschaffen ist. Wenn aber die Lage des Augenglases verändert wird, doch so, daß dasselbe allezeit beynahe in gleicher Entfernung von dem Objectivglase bleibet, so werden auch andere Dinge zum Vorschein kommen, nachdem andere Stralen auf das Augenglas fallen werden. Wenn auch endlich in dem Brennpunct, den beyde Gläser mit einander gemein

haben, einige Fäden gespannet werden, so werden dieselben über das Gemälde eines Dinges herübergehen oder doch wenigstens allzeit zu sehen seyn, wann auch schon die Lage des Augenglases und des Auges selbst verändert wird; wenn aber das Objectivglas beweget wird, so wird auch das Gemälde in seinem Brennpunct den Platz verändern; gleichergestalt auch wenn die Faden berühret werden, so werden selbige das Gemälde nicht mehr an eben demselben Ort überziehen. Aus der Zusammensetzung dieser zwey Gläser entstehet das Fernglas, welches die Objecte verkehrt vorstellet. Aus dem, was wir itzo erkläret haben, ist leicht zu ersehen, daß, wenn vermittelst einer Röhre die Lage des Objectivglases, in Ansehung der Fäden, befestiget, und alsdenn die Röhre, so wenig es auch nur immer seyn mag, beweget wird, das in dem Brennpunct abgemalte seinen Platz auf den Fäden verändern werde; es wäre denn, daß die Röhre dergestalt beweget würde, daß die gerade Linie die man sich vorstellt, als wenn sie von dem Punct, in welchem sich die Fäden kreutzen, bis zu einem Punct des Objects gezogen wäre, und die man den **Hauptstral** dieses in dem

Object sich befindlichen Punctes zu nennen pflegt, immer nach demselben Ort gerichtet bliebe; welches eben so viel wäre, als wenn man sich würde einbilden, daß die Röhre sich bis an das Object erstrecken, an demselben unbeweglich verbleiben, und sich nur an dem andern Ende, da die Fäden sind, bewegete; oder, daß der Punct, in welchem der Hauptstral dem Objectivglase in der ersten Lage begegnet, auch in allen andren Lagen mit dem Objectpunct, und dem Ort des Fadens, da er sich abgemahlet, immer in gerader Linie verbleiben würde.

Dieses ist die Art der Ferngläser, welche wir in Uebung gebracht, und deren wir uns, so oft wir einige Beobachtungen anstellen, anstatt der Diopter bedienen; wie solches aus unserer Abhandlung von der Abmessung der Erdkugel mit mehrerem kan ersehen werden.

Es können diesen Ferngläsern über das Objectiv- und Augenglas noch zwey andere erhabene Gläser beygefüget werden, damit sie die Objecte in ihrer natürlichen Lage vorstellen; denn diejenigen, welche nur zwey

erhabene Gläser haben, stellen sie verkehrt vor, wie wir schon gesagt haben. Allein man sieht auch die Objecte viel heller durch ein Fernglas von zwey Gläsern, als durch eins von vieren. *)

Was wir bisher von der die Einrichtung der Ferngläser gesagt haben, ist einzig und allein wegen ihres Gebrauchs, anstatt der Dioptern, an denen zu den Beobachtungen dienlichen Instrumenten, geschehen; und wir verlangen hier keinesweges diese Materie von Grund aus auszuführen, wozu ein ganzes dioptrisches Werck erfordert würde.

*) Es wäre deswegen sehr gut, wenn alle diejenigen, welche Abwägungen zu machen haben, und die sich der Ferngläser anstatt der Dioptern bedienen, nur zwey erhabene Gläser darein thäten; denn das deutlichere Sehen, das dadurch erhalten wird, ist bey dem Wasserwägen höchstnöthig, weilen die Stralen, nach welchen die Objecte gesehen werden, so weit sie sich erstrecken, sehr nahe an der Erde hinlauffen, und dieser Ursache wegen schon sehr geschwächet werden. Uebrigens kan man sich auch sehr leicht gewöhnen, die Objecte verkehrt zu betrachten.

Beschreibung der Wasserwage.

Dieses Instrument wird in der (Fig. I. Tab. II.) so vorgestellet daß das inwendige davon sichtbar ist, eben als wenn der äussere Theil davon weggenommen, oder von Glas oder sonst durchsichtig wäre.

EFGH ist eine viereckichte Röhre, die zum Fernglase gebrauchet wird, und deswegen von einer festen und harten Materie, zum Exempel von Eisen oder Messing, fein starck muß gemacht seyn, damit sie nicht leichte Schaden leiden oder verderbet werden kan.

E
CF ist eine kleine Einfassung, in welcher das Objectivglas fest gemacht ist.

GH ist eine andere Einfassung, in der zwey sehr feine seidene Fäden, so wie sie auf den Eyern der Seidenwürmer gefunden werden, creutzweis übereinander gespannet, sind, und in dem Brennpunct des Objectivglases sich durchschneiden.

Diese Faden und das Objectivglas, die durch die Röhre, wie wir itzo ersehen haben,

mit einander verbunden sind, dienen der Wasserwage anstatt der Dioptern.

In der kleinen Röhre D sitzet das Augenglas und kan solches tiefer eingesteckt oder besser ausgezogen werden, nachdem das Gesicht dessen, der beobachtet, es erfordert; ohne das deswegen in der Lage des Objectivglases und der Fäden irgend eine Veränderung vorgehe.

Das Fernglas ist an der Röhre IK zu rechten Winkeln, fest gemacht, so daß eins ohne das andere nicht kan beweget werden.

L und M sind zwey gekrümmte Stockbogen, welche dienen, das Fernglas und die Röhre IK zusammen zu halten, wie auch das ganze Instrument, wenn es auf dem Fuß steht, auf eine oder die andere Seite zu neigen.

AC ist ein Haar, das in A aufgehänget ist vermittelst einer Schleiffe, die um eine Nadel herum gehet, welche mit ihrer Spitze auf einem Stücke Messing auflieget, durch welches sie von dem Rand der Röhre in etwas entfernet wird, damit das Haar sich recht

frey bewegen kan. Es ist dieses Stücke samt der Nadel in der zweyten Figur (Tab. II.) besonders vorgestellt

An dem andern Ende des Haares hänget ein bleyernes Gewicht, welches durch seine Schwere das Haar zwar ausdehnen, aber doch nicht zerreissen muß, wonach man sich in Ansehung der Grösse des Gewichts zurichten hat.

B ist eine kleine silberne Platte, die in ein Stück Meßing so eingefaßt ist, daß die Einfassung und die Platte selbst eine ganz ebene Fläche mit einander ausmachen. Dieses Stück Messing ist über den Rand der Röhre so weit erhaben, als das obige in A, allwo das Haar aufgehänget ist; aus dem Punct A wird, als aus einem Mittelpunct, ein Cirkelbogen beschrieben, der durch den Mittelpunct der silbernen Platte B durchgehet, alsdenn werden auf beyden Seiten gleiche, und wenn es möglich ist, so kleine Abtheilungen gemachet, daß sie die Minuten der Grade anzeigen, wodurch man sehen kan, um wie viel Minuten ein Object mehr oder weniger erhaben ist, als die scheinbare Horizontallinie;

dieses ist nur zu verstehen bis auf die Anzahl der Minuten, die auf dem Meßing gezeichnet sind.

Die Einfassung E F, in welcher das Objectivglas fest gemachet ist, muß in der Röhre des Fernglases unbeweglich seyn.

Die andere Einfassung GH, in welcher die Faden gespannet sind, muß gleichfals in der Röhre fest sitzen. Es wird aber auch bisweilen eine doppelte Einfassung zu den Faden gebraucht, welche sehr fleißig zusammen gefüget ist, so daß die eine den Canal der anderen wohl ausfüllet, und dennoch bequem darinnen hin und her kan geschoben werden; unten an der äussern Einfassung wird eine Feder angemacht, welche die andere, in der die Faden gespannet sind, in die Höhe treibt, und oben durch die Röhre des Fernglases gehet eine Schraube, vermittelst welcher diese letztere Einfassung nach Belieben wieder hinunter getrieben, und die Feder, die sich von unten widersezt, gezwungen werden kan, wie solches die dritte Figur (Tab. II.) ausweiset.

Hinten an der Röhre IK befindet sich eine eiserne Stange von ziemlicher Dicke, damit sie nicht leicht kan gebogen werden; sie wird in der Figur durch N angezeiget, und ist an der Röhre auf eine Art fest gemacht, daß sie nicht anders, als hinauf und hinunter beweget werden kan; ihre Nutzbarkeit bestehet darinne, daß sie, wenn sie bis auf der Erde herunter gelassen wird, die Wage in derjenigen Neigung erhält, in der man sie verlanget.

Der Fuß, darauf das Instrument ruhet, ist ein Staffelet, wie es die Maler gebrauchen, ihre Gemälde aufzulegen. Man setzet nur die Wage bey ihren Stockbogen auf die hölzernen Nägel des Staffelets, so daß sie über diesen Nägeln kan beweget, und auf eine oder die andere Seite geneiget werden.

Man kan auch an jeden Fuß des Staffelets noch einen falschen Fuß, in Form eines Riegels anschlagen, welcher in seinen Hacken, nach der Länge des hölzernen Fußes, kan geschoben und vermittelst einer Schraube aller Orten angehalten werden, wie die Figur deutlich anzeiget; es ist solches von grossem Nutzen, denn dadurch können an

rauhen und unebenen Oertern die Füße des Staffelets nach Belieben verlängert werden.

Die Grösse des Instruments wird nicht bestimmt: es ist aber zu beobachten, daß, je grösser es ist, je genauer auch die Observationen können gemachet werden; diejenigen, deren wir uns gemeiniglich bedienen, haben ein Fernglaß von drey Schuhen, und einen Perpendikel von vier Schuhen in der Länge.

Obwohl die Röhre des Perpendikels mit der Röhre des Fernglases Gemeinschaft hat und sein Faden oder Haar mitten durchgehet, so bringet solches doch keine Aederung, indem er wegen seiner Feinheit nicht einmal kan wahrgenommen werden.

Von der Prüfung der Wasserwage.

Die allereinfacheste Art, die Wasserwage, von der wir itzo die Beschreibung gemacht haben, zu prüfen, bestehet in der **Verkehrung**, wie wir in unserer Abhandlung von der Abmessung der Erdkugel wegen

des Quadrants auch schon erkläret haben. Jedoch nachfolgende Art kömmt uns hurtig und bequem genug vor, um allen andern vorgezogen zu werden.

Es wird zuvörderst eine beliebige Weite, jedoch nicht unter drey oder vier hundert Französischen Ruthen, angenommen, an deren beyden Enden Zeichen auf die Erde gemachet werden, welche aber um das Geschäfte zu erleichtern von der wahren Horizontallinie nicht sehr entfernet seyn müssen. Alsdenn wird das Instrument zu dem einen dieser Zeichen hingesetzet, und das Fernglaß gegen das andere gerichtet und genau beobachtet, wie viel das, durch die in dem Brennpunct befindliche Faden, gemachte Creutz, wenn das Haar des Perpendikels auf den Mittelpunct der kleinen silbernen Platte, die unten an dem Instrument ist, anschlaget, höher zielet, als das Zeichen auf der Erde ist; wenn dieß geschehen, so wird auf der andern Stelle alles dieses auch verrichtet, und überdieß noch an beyden Orten die Höhe des Puncts, in welchem sich die Faden durchschneiden, nämlich wie hoch er über dem auf der Erde gemachten Zeichen

stehet, genau beobachtet. Dieses ist, was wir die **Höhe des Auges** nennen.

Erster Fall.

Wenn die Summe der zwey Höhen der Zielpuncte die Summe der zwey Höhen des Auges übertrift, so daß der Unterscheid dieser zwey Summen just zweymal so groß ist, als die Erhöhnng der scheinbaren Horizontallinie, die der angenommenen Weite, nach unserer im ersten Buch gegebenen Tabelle zukömmt; so ist das Instrument gut, und zeiget die scheinbare Horizontallinie richtig an. Es macht nämlich alsdenn der Faden des Perpendikels, der auf den Mittelpunct der kleinen Platte anschläget, mit dem Hauptstral des Objects, welcher durch das Creutz oder den Durchschnittspunct, der in dem Brennpunct des Fernglases sich befindenden Faden, bedecket oder angezeiget wird, einen rechten Winkel.

Exempel.

Wir finden in der Tabelle, daß die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über

die wahre, für eine Weite von 300. Franz. Ruthen einen Zoll austrage. Wenn man die angenommene Weite, in welcher die Observationen gemacht werden, auch von 300. Franz. Ruthen ist, und alsdenn die Summe der zwey Höhen der Zielpuncte die Summe der zwey Höhen des Auges um zwey Zolle übertrift, so ist solches ein Beweis der Güte des Instruments.

Zweyter Fall.

Wenn aber die Summe der zwey Höhen der Zielpuncte die Summe der zwey Höhen des Auges oder des von den Faden gemachten Creutzes übertrift, daß der Unterscheid der zwey Summen mehr als zweymal so groß, als der scheinbaren Horizontallinie Erhöhung über die wahre ist, so wird das Instrument das Absehen um die Hälfte dessen, was der Unterscheid zu groß ist, über die scheinbare Horizontallinie erhöhen, und in diesem Fall macht der Perpendikelfaden mit dem Hauptstral einen stumpfen Winkel. *)

Wenn

*) Oder vielmehr zwey schiefe Winkel, einen spitzigen und einen stumpfen.

Wenn also in vorhergehendem Exempel die Summe der Höhen des Auges von der Summe der Höhen der Zielpuncte um drey Zolle anstatt um zwey übertroffen, und hiermit der Unterscheid der zwey Summen um einen Zoll, mehr als zweymal so groß, als der scheinbaren Horizontallinie Erhöhung über die wahre, seyn würde, so wäre daraus zu schliessen, daß das Instrument das Absehen um die Hälfte dieses Ueberschusses, das ist, um einen halben Zoll, auf eine Weite von 300. Franz. Ruthen, erhöhete.

Dritter Fall.

Wenn endlich die Summe der Höhen der Zielpuncte kleiner ist, als die Summe der Höhen des Auges, zu welcher man noch das Doppelte, von dem, was die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie austrägt, hinzugethan, so wird die Hälfte dessen, was die erste Summe kleiner ist, als die andere, den Fehler des Instruments, welches in diesem Fall das Absehen erniedriget, für die angenommene Weite anzeigen.

Also wenn in obigem Exempel die Summe der Höhen der Zielpuncte um einen Zoll kleiner wäre, als die Summe der Höhen des Auges, welche um zwey Zolle, nämlich um noch einmal so viel, als der scheinbaren Horizontallinie Erhöhung über die wahre, auf eine Weite von 300. Franz. Ruthen austrägt, ist vermehret worden, so würde das Instrument um die Hälfte dieses Unterscheids, das ist, um einen halben Zoll, erniedrigen. Wenn aber die Summe der Höhen der Zielpuncte zwey Zoll kleiner wäre, als die Summe der Höhen des Auges, wenn diese letztere um das Doppelte, von dem, was die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie austrägt, das ist, um zwey Zolle vermehret wird, oder welches einerley ist, wenn die zweyte Summe, ehe sie vermehret worden, der ersten gleich gewesen wäre, so würde das Instrument um einen ganzen Zoll erniedrigen u. s. f.

Beweis der vorhergehenden Regeln.

Der Beweis dieser Regeln ist desto leichter, wenn wir vorhero annehmen, die zwey Puncte A und B, (Fig. 1. Tab. III.) die auf

die Erde sind gezeichnet worden, seyn in wagerechtem Stande, das ist, von dem Mittelpunct der Erde beyde gleich weit entfernt. Denn erstlich wenn das Instrument auf B gestellet wird, daß der Perpendikelfaden auf den Mittelpunct der kleinen silbernen Platte anschlägt, und in D derjenige Punct ist, in welchem die, in des Fernglases Brennpunct sich befindende Faden sich kreutzen, und alsdenn der Zielpunct E so zu stehen kömmt, daß die Höhe AE, um welche er über A erhaben ist, um die Linie HE grösser als die Höhe des Auges BD ist, und über dieß diese Linie HE der Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, so groß nämlich dieselbe der Weite AB zukömmt, gleich ist; so erhellet, aus dem was wir in dem ersten Capitel erwiesen haben, ganz deutlich, daß der Hauptstral oder die Abwägungslinie ED mit dem in D aufgehängten Perpendikelfaden einen rechten Winkel EDB machen werde.

Ingleichen auch wenn das Instrument mit eben dieser Richtung auf A gestellet wird, und das Auge in d zu stehen kömmt, so wird die Höhe Be, um welche der Zielpuncte über B erhaben ist, grösser seyn, als die Höhe des

Auges Ad, um die Linie eh, welche EH gleich ist, und edA wird auch ein rechter Winkel seyn. Woraus kan ersehen werden, daß in diesem ersten Fall die Summe beyder Höhen der Zielpuncte AE und Be grösser ist, als die Summe beyder Höhen des Auges BD und Ad, um die zwey Höhen EH und eh, deren jede der Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre gleich ist.

Zweytens wenn das Instrument in B und das Auge in D ist, der Zielpunct aber in F zu stehen kömmt, so daß HF der Unterscheid der Höhen AF und BD oder AH, grösser ist als HE, das ist, die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, so muß der Winkel FDB, welchen der Stral FD und der Perpendikel DB mit einander machen, nothwendig stumpf seyn, weil, wie wir kurz vorher gesagt haben, EDB ein rechter Winkel ist; folglich muß das Instrument das Absehen erhöhen, das ist, einen Zielpunct geben, der über die scheinbare Horizontallinie erhaben ist, und in diesem Fall wird EF die Höhe anzeigen, um welche das Instrument das Absehen erhöhet, das ist, um welche der von dem Instrument gegebene Zielpunct F

über den in der scheinbaren Horizontallinie sich befindenden Punct E erhaben ist. Auf gleiche Art wird es sich auch verhalten, wenn von der anderen Seite eben diese Arbeit wiederholet wird. Denn wenn das Instrument in A und das Auge in d ist, so wird der Zielpunct in f zu stehen kommen, und der Winkel f d A dem Winkel F D B, und hiermit auch die Linie f e, das ist, die Höhe, um welche der Zielpunct f über den in der scheinbaren Horizontallinie sich befindenden Punct e erhaben ist, der Linie F E gleich seyn; und weil nicht allein die Puncte D und H, sondern auch d und h, in wagerechtem Stande sind, so folget daraus, daß die Summe der zwey gleich grossen Höhen E F und e f, das ist, das Doppelte von dem, um wie viel das Instrument für die Weite A B das Absehen erhöhet, die Größe anzeige, um welche die Summe von B D und A d, oder A H und B h, das ist, die Summe der Höhen des Auges, nachdem sie durch die Summe von E H und e h, das ist, das Doppelte von dem, was die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, für eben dieselbe Weite A B, austrägt, ist vermehret worden, von der Summe

von AF und Bf, das ist, der Höhen der Zielpuncte F und f, noch übertroffen wird.

Drittens, wenn das Auge in D ist, und der Zielpunct in G zu stehen kömmt, so daß AG, die Höhe des Zielpunctes kleiner ist als AH oder BD die Höhe des Auges, nachdem HE die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre zu dieser letzteren noch ist hinzu gethan worden, so erhellet ganz deutlich, so wohl durch das, was in dem ersten Capitel ist erwiesen worden, als auch durch das, was wir kurz vorher gesagt haben, daß der Winkel GDB ein spitziger Winkel und zugleich GE die Grösse seyn müsse, um welche das Instrument, für die Weite AB das Absehen erniedriget, und daß sich alles auf gleiche Art verhalten würde, wenn die Abwägung von der andern Stelle geschehen sollte. Hieraus sieht man, daß in diesem dritten Fall die Summe der Grössen GE und ge, die einander gleich sind, und also zusammen zwey mahl so viel ausmachen, als das Instrument für die Weite AB erniedriget, anzeige, um wie viel die Summe der Höhen der Zielpuncte AG und Bg kleiner ist, als die Summe der Höhen des Au-

ges BD und Ad, oder AH und Bh, nachdem diese letztere um das Doppelte von dem, was die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre für die Weite AB austrägt, das ist, um die Summe der Grössen HE und he ist vermehret worden.

Dieses ist nun, was zu beweisen war, in Ansehung der Puncte A und B, die auf die Erde sind gezeichnet worden, und welche man angenommen, als wären sie in wagerechtem Stand, das ist, von dem Mittelpunct der Erde beyde gleich weit entfernet; wenn aber die Puncte B und a, die auf die Erde gezeichnet worden, nicht in wagerechtem Stande sind, und a niedriger ist; als B, um die Grösse aA, so wird dieser Beweis nichts destoweniger seine Kraft behalten; denn wenn die Abwägung von beyden Seiten geschiehet, so kömmt die Grösse aA sowohl in die Summe der Höhen der Zielpuncte, als auch in die Summe der Höhen des Auges; folglich wenn die eine dieser zwey Summen von der andern abgezogen wird, so wird die Grösse aA auf beyden Seiten sich selbst aufheben, und werden also keine andere Grössen überbleiben, als die, welche

wir in dem Beweise für die drey Fälle angenommen haben, welches so leicht zu begreifen ist, daß es keiner weitern Erklärung nöthig hat.

Die Wasserwage zu verbessern, und zu machen, daß dieselbe die scheinbare Horizontallinie anzeiget.

Aus dem, was wir itzo bewiesen haben, erhellet, daß die Wasserwage, sobald sie so gerichtet worden, daß der Perpendikelfaden auf den Mittelpunct der kleinen silbernen Platte anschlägt, und alsdenn der von ihr gegebene Zielpunct anderswo, als in der scheinbaren Horizontallinie sich befindet, leicht könne verbessert werden. Denn durch diese von beyden Seiten her vollzogene Abwägungen weis man, um wie viel der von ihm gegebene Zielpunct entweder niedriger stehet, als die scheinbare Horizontallinie, oder, über dieselbe erhaben ist; und also kan derjenige Ort, in welchem er seyn sollte, damit er sich in der scheinbaren Horizontallinie befinde, leicht bestimmet werden. Wenn nun also hernach das Instrument auf

eine oder die andere Seite so lange geneiget wird, bis der bestimmte Punct von dem Kreutz oder Durchschnittspunct der in des Fernglases Brennpunct sich befindenden Faden bedecket wird, so hat man alsdenn nur fleißig und sorgfältig zu beobachten, auf welche von denen auf der kleinen silbernen Platte, oder an deren Rande gezeichneten Abtheilungen, der Perpendikelfaden anschlage, um dem Instrument jederzeit eben diese Richtung wieder geben zu können, so oft man nämlich die scheinbare Horizontallinie zu bestimmen willens ist. *)

*) Wenn man den Fehler des Instruments nicht auf die Art, welche im folgenden Absatz gelehret wird, verbessern will, so ist es besser, daß man nur den Fehler berechne, und in den Abwägungen den Perpendikelfaden allezeit auf den Mittelpunct der silbernen Platte anschlagen lasse, indem man dessen viel gewisser seyn kan, als wenn der Faden zur Linken oder zur Rechten auf eine Abtheilung oder gar auf den zwischen zwey Abtheilungen enthaltenen Raum anschlagen würde. Es ist auch oftmals viel bequemer und viel sicherer, wenn man das Instrument so läßt, wie es ist, und den Fehler ausrechnet, als wenn man durch Erhöhung oder Erniedrigung der in des Fernglases Brennpuncte sich befindenden Faden macht, daß es die scheinbare Horizontallinie anzeiget. In diesem Fall muß man sich erinnern, daß der Fehler des Instruments in der Verhältniß der Weiten zu- oder abnimmt.

Wenn man will, daß der Mittelpunct der silbernen Platte die scheinbare Horizontallinie bestimmen soll, so wird eine doppelte Einfassung zu den in des Fernglases Brennpunct sich befindenden Faden, so wie wir sie oben beschrieben haben, erfordert, damit der innere Theil der Einfassung, in welchen die Faden gespannet sind, vermittelst der Schraube, die oben durch des Fernglases Röhre gehet, und die Feder wieder herunter drücket, kan erhöhet oder erniedriget werden, bis der in der scheinbaren Horizontallinie bestimmte Punct durch das Kreuz oder den Durchschnittspunct der Faden bedecket wird, und zugleich der Perpendikelfaden auf den Mittelpunct der silbernen Platte anschlägt, worauf jederzeit sehr fleißig Acht zu haben ist.

Es ist aber hierinn noch zu bemerken, daß, wenn vonnöthen wäre, daß die Faden um sehr vieles erhöhet oder erniedriget würden, man alsdenn auch den bestimmten Zielpunct um eben so viel erhöhen oder erniedrigen müste, weil man in Bestimmung der Höhe dieses Puncts sich nach der Höhe gerichtet, welche die Faden damals hatten, und also nicht nach der, welche sie durch die Verän-

derung erst bekommen. Es ist allezeit am besten, wenn die Wasserwage auf diese Art zurechte gemacht wird, damit der Ort, auf den der Perpendikelfaden anschlagen muß, wenn die in dem Brennpunct sich befindende Faden, die scheinbare Horizontallinie anzeigen sollen, desto genauer kan beobachtet werden; denn sonst wenn der Perpendikelfaden anderswo, als auf den Mittelpunct der silbernen Platte anschlagen muß, so wird nicht allein jederzeit erfordert, daß die Anzahl der Abtheilungen, von dem Mittelpunct der Platte an, bis an den Ort, da der Faden anschlagen muß, mit grossem Fleiß beobachtet werde, sondern es fällt noch überdieß sehr schwer, den Ort genau zu bestimmen, wenn er zwischen zwey Abtheilungen innen ist, wie oft geschiehet.

Eine andere Art, die Wasserwage zu prüfen.

Nachdem man sich einen bequemen und ebenen Platz von 300. oder mehr Franz. Ruthen in der Länge, welcher in der Figur (Fig. II. Tab. III.) durch CB angezeiget wird, ausersehen, so wird das Instrument

in die Mitte gestellet, so daß, wenn die Weite CB just 300 Franz. Ruthen ausmacht, und A der Ort ist, da das Instrument steht, die Weite AC der Weite CB gleich, und eine jede 150. Franz. Ruthen groß ist. Hernach richtet man das Instrument gegen ein jedes dieser zwey Puncte C und B, und betrachtet dieselbe als eben so viele Stellen, über welchen man die Zielpuncte D und E bezeichnet, wo wir voraussetzen, daß das Instrument beyde mahl einerley Höhe habe, woraus, kraft dessen, was in dem ersten Capitel ist bewiesen worden, folget, daß die zwey Puncte D und E in wagerechtem Stande sind, es mag auch der Winkel, den der Sehestral und der Perpendikel mit einander machen, beschaffen seyn, wie er will. Wenn nun alsdenn das Instrument an das eine oder andere Ende z. E. auf den Punct C versetzet wird, so weis man alsbald, um wie viel das Kreutz der Faden des Fernglases höher oder niedriger ist, als der gewesene Zielpunct E, und wenn an dem andern Ende B ein Punct gezeichnet wird, der über den andern gewesenen Zielpunct D so hoch erhaben oder unter denselben so tief erniedriget ist, als das Kreutz der Faden über oder unter

den Punct E zu stehen kömmt, so wird der gezeichnete Punct mit demjenigen, in welchem sich die Faden kreutzen, wenn das Instrument über C stehet, in wagerechtem Stande seyn, und hiermit jener in eben der wahren Horizontallinie sich befinden, die wir durch diesen als gezogen uns vorstellen; weil aber die scheinbare Horizontallinie sich über die wahre erhebet, und wir in der Tabelle finden, daß diese Erhöhung, für eine Weite von 300. Franz. Ruthen einen Zoll austrage, so wird über den zuletzt gezeichneten Punct, der, wie wir erst gesagt haben, in der wahren Horizontallinie sich befindet, ein anderer, der ein Zoll höher ist, gezeichnet, nach welchen man das Instrument, wenn es soll verbessert werden, alsdenn richten muß.

Exempel.

Wenn die Wasserwage auf C ist gestellet worden, und der Punct F, in welchem die Faden des Fernglases sich kreutzen, vier Zoll unter E zu stehen kömmt, und alsdenn der Punct G auch vier Zoll unter D genommen wird, so müssen die zwey Puncte F und G nothwendig in wagerechtem Stande seyn:

weil aber die scheinbare Horizontallinie, für eine Weite von 300. Franz. Ruthen, sich über die wahre um einen Zoll erhebet, so wird der Punct H einen Zoll höher als G gezeichnet, und dieser Punct H ist alsdenn der Zielpunct, nach welchem die Wage, wenn sie auf C ist gesetzet worden, und das Auge oder das Kreutz der Faden des Fernglases in F stehet, muß gerichtet werden, um die scheinbare Horizontallinie anzuzeigen, als worin die Verbesserung dieses Instruments einzig und allein bestehet.

Man muß also die Faden des Fernglases so lange ändern, bis der bezeichnete Punct H von dem Punct, in welchem die Faden sich kreutzen, bedecket wird, ohne daß die Wage weder auf die eine noch auf die andere Seite geneiget werde, sondern der Perpendikelfaden auf den Mittelpunct der silbernen Platte immer genau anschlage; oder man muß die Lage der Faden in des Fernglases Brennpunct so lassen, wie sie ist, und hingegen das ganze Instrument auf die eine oder die andere Seite neigen, bis es gegen den Zielpunct H gerichtet ist, und alsdenn auf der kleinen silbernen Platte den Ort oder die

Abtheilung, auf welcher der Perpendikelfaden anschlägt, sorgfältig beobachten, damit dem Instrument, so oft man sich dessen bedient, um die scheinbare Horizontallinie zu bestimmen, eben diese Neigung wieder könne gegeben werden.

Wenn die zwey Weiten AC und AB grösser oder kleiner wären als 150. Franz. Ruthen, so würde auch der Punct H nach welchem der Sehestral muß gerichtet werden, höher oder niedriger zu stehen kommen, weil derselbe über G allzeit so viel erhaben seyn muß, als die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre für die Weite CB, das ist, für die Summe der Weiten AC und AB austrägt.

Diese Art, die Wasserwage zu verbessern, ist unsres Erachtens die allereinfacheste und bequemste, in das Werck zu richten.

Erinnerung.

Es ist nicht nur in dem Geschäfte der Verbesserung des Instruments, sondern auch in allen und jeden Abwägungen, sehr viel

daran gelegen, daß das Haar des Perpendikels an dem meßingenen Rande, in welchen die kleine silberne Platte eingefast ist, weder zu starck anliege, noch zu weit davon entfernet sey, sondern denselben nur ganz gelinde berühre, und frey darüber hin und her fahre; wenn es sich aber also verhält, und ohngefehr vier Schuh lang ist, so kan man für eine Weite von 1000. Franz. Ruthen, welche wegen der Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre schon 11. Zoll Verbesserung erfordert, auf zwey Zoll sicher seyn; woraus man urtheilen kan, was an dergleichen Instrumenten die Ferngläser vor andern Dioptern für einen grossen Nutzen und Vorzug haben. *)

*) Man muß noch überdieß bey dem Abwägen sich wohl befleißigen, daß die Stellen, die man dazu auserwählet, auf festem Grund und Boden sind; das Gegentheil geschieht nur allzu oft, und daraus folgt, daß man die gröste Mühe hat, das Instrument so zu befestigen, daß es eine Zeitlang einerley Richtung behält, und man wegen der Lage des Perpendikelfadens niemals sicher ist, weil derselbe auf einem Grunde, der nicht fest ist, sich verändert, wenn derjenige, der damit beschäftiget ist, nur von seinem Platz gehet, woraus sehr grosse Irrthümer entstehen können.

Endlich um nichts zu übergehen, was bey dem Abwägen könnte nützlich seyn, so haben wir hier noch zu erinnern, daß der Stab oder Stock, der gebraucht wird, um ein Zeichen in den Ort des Zielpuncts zu erheben, aus drey oder vier Stäben, deren jeder sechs Schuh lang ist, und einer an den andern, nach Beschaffenheit der Höhe, die erfordert wird, kan gesetzet werden, bestehe; ausser diesem aber hat man noch einen andern Stock, der seiner ganzen Länge nach in Schuhe, und diese wiederum in Zolle, getheilet sind, welcher mit dem andern nicht zusammen gesetzet, sondern nur neben bey auf die Erde gestellet wird, damit, wenn der zusammengesetzte, an dessen Ende das Zeichen ist, genugsam ist erhoben worden, man vermittelst des eingetheilten alsbald sehen könne, wie hoch er über der Erde stehe.

Was das Zeichen, welches auf den zusammengesetzten Stock gestecket, und wodurch der Zielpunct angezeiget wird, anlangt, so kan entweder ein Stück Pappendeckel dazu genommen werden, oder zwey zusammen geheftete Spielkarten, davon die eine schwarz gemacht, die andere aber weiß gelassen wird,

damit dieselbe von ferne allzeit deutlich könne gesehen werden, es mögen auch die Objecte, nach welchen sie stehet, seyn wie sie wollen; z. E. die weisse Karte wird gar nicht deutlich scheinen, wenn sie gegen den Himmel stehet, es wäre denn, daß sie von der Sonne beschienen würde, hingegen die schwarze kan man alsdenn desto besser sehen. Imgleichen wird auch die schwarze nicht können bemerket werden, wenn sie vor Bäumen zu stehen kömmt, da hingegen die weisse alsdenn deutlich gesehen wird.

Man muß wohl acht haben, daß die Stäbe recht gerade und vertical gehalten werden. Sich dessen zu versichern, muß derjenige, der sie hält, nachdem er dieselben auf die Höhe gebracht, die ihm ist angezeiget worden, sie nicht eher wieder herunter lassen, als nachdem er sie etliche mal hin und her bewegt, und indessen der andere, der bey dem Instrument ist, beobachtet hat, ob in dieser Bewegung der obere Rand der Karte, dessen man sich anstatt des Zielpuncts bedienet, *) nicht hö-

*) Es würde noch besser seyn, wenn man, anstatt des Zeichens, ein weisses Blatt nach beliebiger Grösse nähme, auf welchem in der Mitte eine weisse Scheibe

her oder niedriger, als das Kreutz der Faden des Fernglases, gesehen werde.

Es geschieht oftmals, daß die Stellen, die man abwägt, so weit von einander entfernt sind, daß einer von dem andern nicht leicht kan gehöret werden; deswegen müssen sie durch gewisse Zeichen, die man mit dem Hut machen kan, und wegen welcher sie sich vorhero verabredet, einander können zu verstehen geben, ob die Karte mehr erhöhet oder erniedriget, oder ob die weisse oder schwarze Seite vorwärts gekehret werden müsse, und endlich, ob alles gut und das Geschäfte vollbracht sey.

von wenigstens einem Zoll im Durchschnitt, und um dieselbe ein schwarzer ein Zoll breiter Ring wäre; weil der Rand der Karte, der hier für den Zielpunct genommen ist, in einer nur mittelmäßigen Entfernung schon nicht mehr sichtbar ist.

Beschreibung einer andern Wasserwage nach der Erfindung des Hrn. Huguens, der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris Mitglieds.

Der vornehmste Theil dieses Instruments bestehet in einem Fernglas A B (Fig. I. Tab. IV.) von einem, zwey oder mehr Schuhen in der Länge, nachdem die Wirckung, die man davon verlangt, grösser oder kleiner seyn soll. Dieses Fernglas ist, nach ordentlicher und bekannter Weise, aus zwey oder vier erhabenen Gläsern zusammen gesetzet, und zeiget die Objecte verkehrt, wenn es nur zwey Gläser hat, sind aber vier Gläser darinnen, so stellet es dieselben wieder aufrecht; seine Röhre ist von Meßing oder anderem Metall, hat die Gestalt eines Cylinders, und gehet durch einen metallenen Ring C, von welchem sie in der Mitte, wo er angelötet ist, umgeben wird.

An diesem Ring sind zwey ganz gleiche platte Aeste D und E, einer unten, der andere oben, davon ein jeder ohngefähr den vierten

Theil von der Länge des Fernglases hat, daß also alles zusammen eine Art von Kreutzen vorstellet. An dem äussersten Theile dieser Aeste ist doppelter starker Zwirn, an welchem ein kleiner Ring hängt, vermittelst einer Zange, zwischen welcher er eingeklemmet ist, angemacht. Der eine Zahn dieser Zange sitzet an seinem Ast ganz fest, der andere aber ist so eingerichtet, daß sie können geöfnet werden. Vermittelst des einen an den Faden hangenden Ringes, wird das Kreutz an den Hacken F und unten an den andern Ring ein Gewicht so schwer ohngefähr als das ganze Kreutz ist, gehänget. Dieses Gewicht ist mit einem Kasten G umgeben, von welchem es bis an den Hacken, durch welchen es an den Ring gehänget ist, bedecket wird; der noch übrige Raum des Kastens wird mit Nuß- oder Leinoel oder sonst einem andern, das nicht dicke wird, angefüllet, wodurch die Bewegung des Gewichts und des Fernglases alsbald aufhöret. Inwendig in dem Fernglase ist ein seidener Faden, der in dem Brennpunct des Objectivglases, es mögen drey Augengläser oder nur eines da seyn, der Horizontalfläche parallel gespannet ist. Dieser Faden kan vermittelst einer Schraube H, die

unten durch die Röhre des Fernglases gehet, nach Wohlgefallen erhöhet oder erniedriget werden Die Art, wie der Faden zurecht gemacht wird, soll unten erkläret werden. I ist ein kleiner metallener Ring, der nur den achtzigsten oder hundertsten Theil so schwer ist, als das ganze Kreuz, und von einem Ort zum andern kan geschoben werden, und wenn das Kreutz nicht beynahe im Gleichgewicht ist, so wird über diesen Ring noch ein anderer in die Röhre des Fernglases hinein gethan, welcher letztere alsdenn schwer genug seyn muß, das Gleichgewicht auszumachen, das ist, zuwege zu bringen, daß die Röhre des Fernglases mit der Horizontalfläche parallel ist, worinn doch kein sehr grosser Fleiß oder Genauigkeit erfordert wird. Ein hölzernes flaches Kreutz dienet, die ganze Maschiene aufzuhängen, und hat deswegen an dem oberen Theile einen Hacken F, und an dem einen Arme eine Gabel K, deren Zincke nur eine halbe Linie weiter von einander stehen, als die Röhre des Fernglases dicke ist, wodurch dasselbe verhindert wird, sich seitwärts allzustarck zu bewegen. Der Kasten, in welchem das Oel und das Gewicht ist, macht auch einen Theil vom Kreutz aus, und ist

unten und auf den Seiten zugeschlossen. Endlich wird, das Instrument vor dem Winde zu bedecken, an das flache höltzerne Kreutz, ein hohles Kreutz L gefüget, und mit zwey oder drey Hacken daran befestiget, also daß beyde zusammen einen ganzen Kasten ausmachen.

Diese Wage zu prüfen und zu verbessern, wird dieselbe erst ohne Gewicht aufgehänget, und damit gegen ein entfernt Object gezielet, und der Ort, wo der Faden, welcher sowohl als das Object gantz deutlich gesehen wird, übergehet, wohl beobachtet. Hernach wird das Gewicht an den untern Ring, vermittelst seines Hackens, angehänget, und wenn alsdenn der Faden an eben demjenigen Ort, wo vorher, gesehen wird, so ist man versichert, daß der Mittelpunct der Schwere des Kreutzes ohnfehlbar in der geraden Linie, welche die zwey Aufhängungspuncte, das ist, die Puncte in welchen der Zwirn an den Aesten des Instruments angemacht ist, mit einander verbindet, sich befinde. Wenn sich aber die Sache nicht also verhält, so kan man vermittelst des Ringes I leicht dazu gelangen, wenn man beobachtet, daß, so oft das Fernglas er-

niedriget, nachdem das Gewicht ist angehänget worden, der Ring besser hervor gegen das Objectivglas, und hingegen so oft das Fernglas, nachdem das Gewicht ist angehänget worden, erhöhet, besser zurück nach dem Auge müsse geschoben werden. Dieses behält immer seine Richtigkeit, das Fernglas mag nun aus vier oder nur aus zwey erhabenen Gläsern zusammen gesetzet seyn, das ist, es mag die Objecte gerade oder verkehrt zeigen.

Nachdem man auf solche Art zuwege gebracht, daß das Instrument mit und ohne Gewicht an eben denselbigen Ort zielet, so wird es umgekehrt, und an den Ast, der vorher unten war, aufgehänget, und an den andern das Gewicht gethan, weil dadurch das Instrument eher aufhört sich zubewegen, und es sonst unserm Vorhaben zuträglich ist.

Wenn alsdenn der Faden, der im Fernglas ist, eben denselben Punct des Objects, wie vorher, bedecket, so ist man versichert, daß dieser Punct in der Horizontalfläche, die mitten durch die Röhre des Fernglases gehet, sich befinde; wenn aber der Faden das

Object nicht an demjenigen Ort, wo vorher, überziehet, so wird er dahin gebracht, wenn man ihn vermittelst der dazu gehörigen Schraube erhöhet oder erniedriget, und zwar erhöhet, wenn er erhöhet, daß ist, wenn er das Object an einem höhern Ort, als vorher, überziehet, und erniedriget, wenn er erniedriget, oder an einem niedrigern Ort über das Object hergehet, und man hernach das Instrument allemal wieder umkehret.

Wenn alles auf vorgeschriebene Art bewerckstelliget worden, so ist das Instrument vollkommen gut, und es ist nichts daran gelegen, ob die Axen der Gläser des Fernglases just in einer geraden Linie sich befinden oder nicht, welches nicht ein geringes ist. Wenn also nachgehends keine Aenderung mehr damit vorgehet, so kan man sich dessen mit aller Sicherheit bedienen, denn es mag das Instrument gerichtet werden, wohin es immer will, so wird der Faden allezeit den Ort des Objects anzeigen, der in der Horizontalfläche, die mitten durch das Fernglas gehet, sich befindet. Wenn aber an dem Instrument eine Veränderung vorgegangen wäre, so kan man solches bey jeder Observation leicht er-

kennen, man darf nur erstlich mit angehängtem Gewicht, denn ohne Gewicht, und endlich noch mit umgekehrtem Instrument zielen; und hierinn bestehet der größte Vortheil, den dieses Instrument vor andern seines gleichen hat, weil er macht, daß man sich nicht irren kan, man mag sich des Instruments bedienen, wenn man will.

Die ganze Maschine ruhet auf einem Dreyfuß, welcher aus einem starcken eisernen oder meßingenen, ein wenig hohl geschliffenen runden Blech, und dreyen, ohngefähr viertehalb Schuh langen an das Blech mit Gewinden befestigten Eisen bestehet. Der Kasten, an welchem unten noch drey Knöpfe sind, mit denen er auf dem Bleche aufliegt, kan von einer Seite zur andern gewandt, und wegen der Höhlung des Blechs mit leichter Mühe so gestellet werden, daß das Gewicht in dem Kasten seine freye Bewegung hat, welches durch die Oefnung M, die in dem hölzernen Deckel ist, kan gesehen werden. Die Schwere des Gewichts macht, daß der Kasten auf dem Fuß fest stehet: wenn man aber will, so kan man denselben durch

ein Loch, das mitten in das hohle Blech kan gemacht werden, noch besser befestigen.

Anstatt das völlige Gewicht in den Kasten G einzuschliessen, kan man auch nur den dritten oder vierten Theil davon hinein thun, das übrige ausser dem Kasten aber an eben denselben Ring anhängen; alsdenn kan man die Observation zuerst nur mit dem in dem Kasten hångenden leichten Gewicht allein, und hernach mit beyden Gewichten zugleich, machen, und wenn der Faden im Fernglas zurechte gemacht, das ist, entweder erhöhet oder erniedriget wird, so läßt man das völlige Gewicht an dem Instrument hängen. Durch dieses Mittel hört die Bewegung des Fernglases in den Observationen, die man der Verbesserung des Instruments wegen macht, bald auf, da hingegen, wenn gar kein Gewicht angehänget wird, es sehr lange währet, ehe diese Bewegung zu Ende ist.

Der Hacken F, an welchem das Instrument aufgehänget wird, kan entweder nur schlechterdings an das flache höltzerne Kreutz oder, wie hier vorgestellet wird, an einen eisernen Ring, der vermittelst einer Schraube,

die an dem grossen Ringe ist, daran die ganze Maschine getragen wird, kan erhöhet oder erniedriget werden, fest gemachet seyn. Der Vortheil, den die letztere Art vor der erstern hat, bestehet darinn, daß durch dieses Mittel das Kreutz kan herunter gelassen werden, bis daß es auf die Gabel K und den kleinen krummen Arm R zu ruhen kömmt, wodurch die Faden, die an den Aesten des Kreutzes sind, können loß gemacht werden, ohne daß man nöthig hat, den Kasten zu eröfnen.

Um zu verhüten, daß das Oel in dem Kasten G sich nicht ausgiesse, wenn das Instrument auf der Reise mitgeführet wird, so kan die Oeffnung des Kastens, durch das Gewicht das darinn ist, selbst verschlossen werden. Zu diesem Ende macht man das Gewicht oben gantz flach, und ziehet dasselbe vermittelst der Schraubenmutter S gegen den Deckel des Kastens.

Die Röhre H stellet diejenige, in welcher der Horizontalfaden in dem Fernglase gespannet ist, im Grossen vor. Inwendig in dieser Röhre befindet sich eine Feder, welche von O nach P gehet, und an die Gabel Q, woran

der seidene Faden mit Wachs angeklebet worden, fest gemacht ist. Von dieser Feder wird die Gabel gegen T, wo die Schraube H durchgehet, getrieben. Endlich muß auch die Oeffnung, die wegen dieser Schraube H in der Röhre des Fernglases ist, etwas groß seyn, damit, wenn es nöthig ist, die Röhre N durch diese Oeffnung ein wenig kan beweget und dadurch der darinn gespannte Faden der Horizontalfläche parallel gestellet werden.

Beschreibung einer andern Wasserwage, nach der Erfindung des Herrn Römers, der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris Mitgliedes.

Die Gestalt des Kastens ist einem Winkelmaaß ähnlich, wie es an der Figur (Fig. I. Tab. V.) zu ersehen ist, wo dieselbe durch die Buchstaben ABC angezeiget wird.

Der eine Theil des Kastens AB dienet statt der Röhre des Fernglases. An dem

Ende B ist er ganz offen, damit das Objectiv-glas daselbst kan hinein gethan werden; an dem Ende A aber ist eine kleine Röhre, die das Augenglas in sich enthält, eingestecket und angelötet. In dem andern Theil des Kastens befindet sich der Perpendikel, von welchem die Wasserwage regieret wird, weswegen er unten in C, wo das Gewicht ist, dicker, als an den übrigen Orten, ist, damit das Gewicht sich ein wenig hin und her zu bewegen die Freyheit habe. Inwendig in der Röhre A B, ist an dem bezeichneten Ort P, eine kleine Einfassung, in welcher ein gantz feiner seidener Faden der Horizontal-fläche parallel gespannet ist; und an den bezeichneten Orten D D sind zu beyden Seiten zwey eingeschnittene Stücke befestiget, deren Gestalt durch die 2te Figur vorgestellet wird, und auf welchen der Perpendikel mit seinen Zapfen aufliegt. Die dritte Figur zeiget, auf was für eine Art der Perpendikel nebst seinen Zapfen mit einer Gabel, an welcher noch ein anderer horizontaler Faden sich befindet, verbunden ist.

HH sind die Zapfen des Perpendikels. Sie sind wie ein Prisma gestaltet, unten scharf, um weniger Wiederstand zu leiden.

IK ist eine eiserne Stange, an welcher das Gewicht unten fest angemacht ist.

IL ist eine andere eiserne Stange, die an die vorhergehende in I fest angemacht ist, so daß eine ohne die andere sich nicht bewegen kan.

GG ist eine Gabel, die an das Ende der Stange IL fest angemacht ist.

M ist ein gantz feiner seidener Faden, der an die Gabel GG angeklebet ist, und der Horizontalfläche parallel stehet.

Die Länge der Stange IL muß so eingerichtet seyn, daß der Faden M bey dem andern in der Einfassung P gespannten Faden so nahe als möglich ist, zu stehen komme, damit beyde zusammen recht deutlich können gesehen werden, eben als wenn nur ein einziger Faden da wäre.

In der Gegend, wo R stehet, sind auf zwey einander gegen überstehenden Seiten, so wohl in dem Kasten, als in der eisernen Stange, an welcher das Gewicht hänget, zwey geschraubte Löcher, die in der Stange aber sind ein wenig niedriger, als die in dem Kasten, so daß, wenn von aussen zwey zugespitzte Schrauben eingeschraubet werden, die Zapfen des Perpendikels ein wenig können erhöhet werden, damit dieselben in dem Herumtragen sich nicht abnutzen und stumpf werden können.

Wie diese Wage zu gebrauchen und zu verbessern ist.

Man gebrauchet gemeiniglich keinen Fuß zu diesem Instrument, man lehnet es nur an eine Mauer oder an einen Baum, und hält es an dem andern Ende vest mit beyden Händen, also daß der Perpendikel über seinen Zapfen sich frey bewegen kan; hernach erhöhet man das eine Ende der Röhre des Fernglases gantz sacht, bis daß man den Faden M, der an der Gabel G G ist, mit dem in der Einfassung P gespannten Faden vereiniget siehet.

Alsdenn

Alsdenn giebt der Ort des Objects, da der Faden übergehet, den Zielpunct.

Dieses Instrument kan, gleichwie das erste, durch eine doppelte Abwägung, die entweder von zweyen Seiten her, oder auf einer Stelle, aber gegen zwey gleich weit entfernte einander gegen über stehende Puncte verrichtet wird, geprüfet und verbessert werden. Denn wenn durch diese doppelte Abwägung ein in der scheinbaren Horizontallinie sich befindender Punct, in Ansehung einer andern, ist bestimmet worden, so kan man die Stange IL ein wenig krümmen, bis die Faden, wenn sie mit einander vereiniget sind, gegen den bestimmten Punct hinzielen, das ist, über denselben hergehen und ihn bedecken. Wenn aber die Abweichung sehr groß ist, so, daß die Stange IL sehr starck müßte gekrümmet werden, so wird es bequemer seyn, daß man den Faden, der an der Gabel GG ist, um etwas erhöhe, oder erniedrige.

Je freyer sich der Perpendikel über seinen Zapfen beweget, je besser und richtiger ist auch das Instrument. Weil es aber nicht mög-

lich ist, daß man diese Bewegung so frey machen kan, als zu einer grossen Richtigkeit erfordert würde, so macht man auch das Fernglas mit zwey Gläsern nicht mehr als einen Schuh oder 15. Zoll, und den Perpendikel nur ohngefähr 8. bis 9. Zoll lang. Dieses Instrument ist sehr bequem, Oerter abzuwägen, die von einander nicht sehr entfernt sind, und wenn es einmal zurecht gemacht worden, so ist es keiner weitern Aenderung unterworfen.

Es sind noch verschiedene andere dergleichen Instrumente erfunden worden, welche wir gern hier auch beschrieben hätten: weil sie aber durch die Beschreibungen, die ihre Erfinder selbst davon gemacht haben, schon genug bekannt sind, und sie überdieß in grossen und entfernten Abwägungen, worauf wir in diesem Werke hauptsächlich sehen, größtentheils nicht dienen können, so haben wir nicht für dienlich erachtet, uns lange dabey aufzuhalten.

Beschreibung einer andern Wasserwage, deren sich der Herr de la Hire bedienet hat.

Wir haben oben angenommen, daß alle Puncte der Oberflächen der flüßigen Körper, die nicht beweget werden, in einerley Weite von dem Mittelpunct der Erde stehen. Von dieser überall gleich weiten Entfernung der Oberfläche des Wassers von dem Mittelpunct der Erde erhält das Instrument, welches wir itzt beschreiben werden, alle seine Richtigkeit. Was dabey hauptsächlich zu betrachten vorkömmt, bestehet in der Art, ein Fernglas, dessen man sich bey dieser sowohl, als bey den vorhergehenden Wasserwagen, anstatt der Dioptern bedienet, auf dem Wasser schwimmen zu machen.

ARC und BDT (Fig. IV. Tab. V.) sind zwey viereckigte Gefässe von Holtz oder von Blech, ohngefähr acht Zoll hoch und fünftehalb Zoll breit.

Die Röhre CD macht, daß diese zwey Gefässe mit einander Gemeinschaft haben, damit das Wasser aus einem in das andere

fliessen kan. Diese Röhre muß wenigstens einen halben Zoll im Durchschnitt haben, und ohngefähr drittehalb Schuh lang seyn.

Die andere Röhre AB ist an dem obern Theil der Gefässe angemacht, und dienet statt der Röhre des Fernglases.

Das Gefäß ARC hat eine Oefnung in R, der Röhre AB gerade gegen über, damit daselbst die Röhre des Augenglases kan eingestecket, und nachdem es dienlich seyn wird, mehr oder weniger eingeschoben werden.

Das andere Gefäß BDT hat auch eine Oefnung, der Röhre AB gegen über, damit die Stralen daselbst durchgehen, und auf das Objectivglas fallen können.

Mitten an die Röhre AB wird ein Faden, an welchem unten ein klein Gewicht hänget, aufgehänget, welcher, wenn er auf das an der Röhre CD gemachte Zeichen anschlägt, anzeiget, daß die Gefässe ohngefähr in wagerechtem Stande sind, damit das Wasser darinnen gleich hoch könne gegossen werden.

Die Gefässe müssen mit einer ganz leichten Decke, die man bequem abnehmen kann, bedecket werden. Es werden dadurch die von der Seite kommende Stralen, von den Faden und dem Objectivglase abgehalten, und die Wirckung des Fernglases wird vermehret.

In den Gefässen sind auf beyden Seiten zwey ganz schmale meßingene oder eiserne Bleche, welche wir beschreiben wollen, wenn wir von ihrem Nutzen reden werden.

Die fünfte Figur (Tab. V.) stellet einen der zwey Kasten vor, auf denen die Diooptern über dem Wasser herschwimmen. Sie müssen von Meßing und sehr dünne gemacht seyn, um leicht schwimmen zu können, und vermittelst des Gewichts, welches darein gethan wird, sich nicht tiefer eintauchen, als nöthig ist.

Der mittlere Theil dieser Kasten ist ein Cylinder, hat ohngefähr drittehalb Zoll in der Länge, und eben so viel im Durchschnitt. Dieser Cylinder muß oben mit einem flachen Deckel, unten gegen die Spitze E aber mit einem ein Zoll hoch erhabenen Knauf wohl zugemacht seyn.

Die Röhre FG ist oben auf dem flachen Deckel angelötet, und ist 2 Zoll hoch und ein Zoll breit. Der obere Theil dieser Röhre hat zu beyden Seiten eine Oefnung, welche sich bis in die Mitte der Röhre erstrecket. Auf beyden Seiten dieser Oefnung wird ein kleiner Canal angemacht, worin die Einfassung der Dioptern kan hinauf und hinunter geschoben werden.

LM ist ein meßingener Drath, der so lang ist, als die Gefäße breit sind. Er gehet mitten durch die Röhre FG, ganz nahe unter der Diopter, und glitschet zwischen den schmalen meßingenen oder eisernen Blechen, die in den Gefäßen zu beyden Seiten angemacht sind, hinauf und hinunter. Diese Bleche sind so lang und so nahe bey einander, als erfordert wird, zu verhindern, daß der meßingene Drath nicht hin und her wackele, wodurch zuwege gebracht wird, daß der Kasten und die Diopter sich nicht können umwenden, sondern die Oefnung der Röhre FG immer gerade gegen die Oefnung der Röhre des Fernglases AB stehen bleibt.

Inwendig in der Röhre FG ist in dem Deckel des Kastens eine Oefnung, wodurch eine Bleykugel oder ein wenig Quecksilber in den Kasten kan hinein gethan werden, welches macht, daß sich dieselben, wenn sie auf dem Wasser schwimmen, nicht auf die eine oder die andere Seite neigen können. Was die Menge des Quecksilbers, oder die Grösse der Bleykugel anbelanget, so muß dieselbe so eingerichtet werden, daß die Kasten, durch deren Gewicht, bis an das an der Röhre FG gemachte Zeichen IK, welches ohngefähr einen halben Zoll über den Deckel des Kastens erhaben ist, unter Wasser stehen. Nachhero muß diese Oefnung des Kastens mit einer ganz dünnen meßingenen Platte, welche man rings umher mit weichem Wachs anklebet, wieder verschlossen werden.

Alle und jede Theile dieser zwey Kasten, müssen eine sehr gleiche Gestalt haben, und wenn die Kasten mit den Diopteren und dem Bley oder dem Quecksilber beschwert sind, müssen dieselben gleich schwer seyn.

Die sechste und siebende Figur (Tab. V.) stellen die beyden Diopteren vor. In dieser

ist das Objectivglas, und in jener sind zwey kreutzweis über einander gespannte Faden.

Eine jede dieser Diopteru ist ein kleiner Rahm oder Einfassung, welche in die an dem Obertheile der Röhre FG zu beyden Seiten angemachten Canäle hineingehet.

In die Gefässe ARC und BDT wird so viel Wasser gethan, als erfordert wird, um die Kasten so zu erheben, daß die Diopteru, die auf denselben sind, just vor die Oefnungen der Röhre AB zu stehen kommen.

Wie diese Wage zu prüfen und zu verbessern ist.

Dieses Instrument kan auf beyde bey der Prüfung des ersten Instruments beschriebene Arten geprüfet und verbessert werden. Z. E. wenn es auf die zweyte Art geschehen soll, so wird vor allen Dingen eine Linie 100. Franz. Ruthen groß abgemessen, und das Instrument auf die Mitte dieser Linie gestellet, und an ihre beyden Enden die Höhen der Zielpuncte gezeichnet, als wodurch man den Ort bestimmen kan, gegen welchen das Instrument

zielen muß, wenn dasselbe auf das eine oder das andere Ende der abgemessenen Linie ist versetzet worden; und wenn es sich alsdenn findet, daß das Instrument höher oder niedriger zielet, als der bestimmte Punct ist, so kan eine von den zwey Einfassungen, welche hier anstatt der Dioptern dienen, entweder besser hinauf, und die andere besser hinunter geschoben werden, bis daß der bestimmte Zielpunct, und der Durchschnittspunct der Faden mit dem Mittelpunct des Objectivglases in einer geraden Linie stehen, das ist, bis daß das Instrument gegen den bestimmten Punct hinzielet; und wenn man es dahin gebracht, so kan man an die Einfassung unten und oben weiß oder gelb Wachs, das ein wenig ist weich gemacht worden, ankleben, um dieselben zu befestigen und in dieser Lage zu erhalten.

Wenn nur eine sehr kleine Verbesserung erfordert wird, so kan man die Dioptern unverrücket lassen, und nur den in der einen Diopter gespannten Horizontalfaden um etwas höher oder niedriger machen.

Eine andere Art, dieses Instrument zu verbessern, ohne die Stelle zu verändern.

Diese Art der Verbesserung erfordert, daß die Dioptern sowohl in Ansehung der Grösse, als auch in Ansehung der Schwere, einander ganz gleich sind, damit dieselben in ihren Canalen können hinauf und hinunter geschoben und von einem Kasten auf den andern gethan werden, ohne daß dadurch die Kasten mehr oder weniger tief unter Wasser gehen.

Wenn die Dioptern auf solche Art beschaffen sind, so wird das Instrument irgend wohin gerichtet, und der Ort, da der Durchschnittspunct der kreutzweis gespannten Faden hinzielet, genau beobachtet; hernach wird die Einfassung des Objectivglases ausgezogen, und verkehrt wieder eingesteckt, und alsdenn bemerckt, ob der Durchschnittspunct der Faden eben denjenigen Punct, wie vorher, bedecke. Wenn dieses ist, so ist es ein sicheres Zeichen, daß der Mittelpunct der doppelten Krümme des Objectivglases in der Mitte der Höhe seiner Einfassung sich befinde. Wenn

es aber nicht so zutrift, so muß das Glas in seiner Einfassung so lange gedrehet, oder darinen erhöhet oder erniedriget werden, bis daß es endlich zutrift. Eben dieses muß auch mit der andern Einfassung oder Diopter, in welcher die Faden gespannt sind, vorgenommen werden. Denn wenn vor und nach der Verkehrung dieser Einfassung der Durchschnittspunct der Faden eben denjenigen Punct des Objects bedecket, so erhellet daraus, daß dieser Durchschnittspunct just in der Mitte seiner Einfassung sich befinde. Wenn es aber nicht so eintrift, so muß der Horizontalfaden so lange höher oder niedriger gemacht werden, bis es zuletzt eintrift.

Durch diese zwo Verrichtungen ist man versichert, daß die Linie, welche von dem Durchschnittspunct der Faden des Fernglases in die Mitte der Höhe der Einfassung des Objectivglases gehet, allezeit in gleicher Fläche bleibe, wenn auch schon eine oder die andere Diopter umgekehret wird. Es ist aber noch zu wissen nöthig, ob diese Fläche mit der Oberfläche des Wassers, von welcher wir angenommen, sie sey in wagerechtem Stand, parallel sey oder nicht?

Zu diesem Ende werden, nachdem vorher der Ort, da das auf vorbeschriebene Art geprüfte und verbesserte Instrument hinzielet, wohl bemerket worden, die Einfassungen der Dioptern von einem Kasten auf den andern, und folglich die Kasten selbst aus einem Gefässe in das andere versetzet, und wenn alsdenn das Instrument noch an eben denjenigen Ort, wo vorher, hinzielet, so ist es vollkommen gut und bedarf keiner weitern Verbesserung. Wenn es aber nach der Versetzung der Kasten und Dioptern höher oder niedriger zielet, als vorher, so müssen beyde Einfassungen so lange erhöhet oder erniedriget werden, bis das Instrument gegen den Ort oder Punct zielet, der zwischen beyden gegebenen Zielpuncten mitten innen ist. Diese Verbesserung des Instruments kan noch geprüfet werden, wenn die Kasten und Dioptern zum andernmal versetzet werden.

Weil die Feuchtigkeit des Wassers, das in den Gefässen ist, machen könnte, daß die gantz nahe dabey sich befindende Seidenfaden nicht allezeit gleich starck gespannt blieben; wodurch der Zielpunct könnte verändert

werden, so kan anstatt eines Seidenfadens ein feiner silberner Drat gebraucht und mit dessen oberem oder unterem Theile der Zielpunct bestimmet werden.

Die Kasten, worauf die Dioptern stehen, sind so wohl in ihrer Gestalt als auch in ihrer Schwere einander ganz gleich gemacht worden, damit sie sich von selbsten gleich stark erheben oder erniedrigen, wenn das Wasser dichter oder dünner wird.

Es ist zu mercken, daß diese Wasserwage die scheinbare Horizontallinie von dem Punct an, der zwischen beyden Dioptern mitten innen ist, bestimme. Es ist aber der Durchschnittspunct der Faden so nahe dabey, daß man das Maaß von diesem Punct annehmen kan, ohne daß in der Ausübung ein merklicher Irrthum daraus entstehen könne.

Wenn dieses Instrument an die Oerter, da man Abwägungen zu machen hat, soll mitgeführet werden, ohne daß man alsdenn nöthig habe, dasselbe, ehe man sich dessen bedient, von neuem wieder zu prüfen und

zu verbessern, so müssen die Kasten und die Diopteru in ein dazu gehöriges Futteral eingeschlossen und verwahret werden. Wenn auch dasselbe bey dem Abwägen von einer Stelle auf eine andere getragen wird, so müssen die Kasten mit den Diopteru niemals in den mit Wasser angefüllten Gefässen gelassen werden, weil zu besorgen ist, es mögten durch die Bewegung einige Tropfen Wasser in die Röhren, wo die Diopteru sind, hineinkommen, welches machen würde, daß die Kasten, die dadurch würden seyn schwerer worden, tiefer unter Wasser gehen würden.

Es stehet einem jeden, der sich dieses Instruments bedient, frey, einen Fuß dazu sich zu erwehlen, was für einen er will. Es kan entweder auf eine Bank gestellet, oder auf ein Bret fest gemacht, und dieses alsdenn auf einen kleinen Rüstbock gesetzet werden; oder man kan an beyde Gefässe drey oder vier kurze mit Gewinden versehene Röhren, in welche man Stöcke von beliebiger Länge einstecken kan, befestigen, wie man gemeiniglich an dem halben Zirkel, dessen

man sich auf dem Felde bedient, die Grundrisse abzustechen, zu thun pflegt.

Wie die Wasserwage des Herrn Picards durch die Verkehrung zu prüfen ist.*)

Nachdem das Instrument, so wie die Figur (Fig. I. Tab. II.) zeiget, auf das Staffelet ist gesetzet worden, so macht man, daß das Haar, das in A aufgehängt ist, auf den Mittelpunct der kleinen silbernen Platte genau anschlägt, und zugleich das Instrument gegen ein merkliches und ziem-

*) Weil, wie oben S. 10. ist gesagt worden, die Verkehrung die allereinfacheste Art ist, dieses Instrument zu prüfen, und der Herr de la Hire geglaubt hatte, des Herrn Picards Beschreibung der Abmessung der Erdkugel, auf welche er daselbst, wie es scheint, den Leser weiset, wäre nicht mehr zu finden, so hat derselbe die Art, wie die Verkehrung kan bewerkstelliget werden, hier beyzusetzen für dienlich erachtet. Es ist aber dieses für verlohren geschätzte Werk des Herrn Picards seit der Zeit nicht nur wieder zum Vorschein gekommen, sondern auch den alten Memoiren der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris einverleibet und von neuem wieder gedrucket worden. Allein weil auch dieses Werk in weniger Leute Händen sich befindet, so haben wir diesen Zusatz in der Uebersetzung beyzubehalten für gut gefunden.

lich entferntes Object gerichtet ist; und wenn alsdenn der Punct des Objects, der von dem Durchschnitspunct der Faden des Fernglases bedecket wird, wohl ist bemerket worden, so wird der Perpendikel abgenommen, und das Instrument umgekehrt, so daß der Punct A, in welchem vorher der Perpendikel aufgehänget war, unten, und hingegen die kleine silberne Platte oben zu stehen kömmt, welches ganz leicht kan bewerkstelliget werden, und ist nur darauf Acht zu haben, daß die Höhe des Fernglases über der Erde vor und nach der Verkehrung einerley sey. Wenn dieses geschehen ist, so wird das Haar des Perpendikels ein wenig über dem Mittelpunct der silbernen Platte mit Wachs oder sonst etwas angeklebet, so daß dasselbe, wenn das Bley daran ist gehänget worden, über dem Mittelpunct der Platte herunter hange, und, als wäre es in diesem Mittelpunct selbst aufgehänget, könne angesehen werden; hernach wird das Fernglas gegen eben dasjenige Object, das man vorher bemerket hat, und der Durchschnittspunct der Faden auf eben denjenigen Punct, wo vorher, gerichtet; und wenn alsdenn der Perpendikel auf den Punct A,

in welchem er zuerst aufgehänget war, nun aber unten ist, genau anschlägt, so ist die Wage richtig, und nichts daran zu verbessern. Denn in diesem Fall macht die Axe des Fernglases, die durch den Durchschnittspunct der Faden durchgehet, mit der Linie, die von dem Punct A gegen den Mittelpunct der silbernen Platte zugehet, einen rechten Winkel. Wenn aber das Haar des Perpendikels auf den Punct A nicht genau anschlägt, so muß es durch die Veränderung des Puncts, in welchem es aufgehänget ist, dazu gebracht werden; und wenn während dieser Veränderung die Richtung des Fernglases nicht ist verändert worden, sondern der Durchschnittspunct der Faden noch eben denjenigen Punct des Objects, wo vorher, bedecket, so wird auf dem Cirkelbogen, der auf der silbernen Platte gezeichnet ist, und durch den Mittelpunct dieser Platte durchgehet, der Punct, in welchem das Haar diesen Bogen durchschneidet, genau bemercket; denn mitten zwischen diesem Punct und dem Mittelpunct der silbernen Platte ist der Ort, wo der Mittelpunct der Platte eigentlich seyn sollte, wenn die Linie, die von diesem Mittelpunct gegen dem Punct A zugehet, mit der Axe des Fernglases, die durch

den Durchschnittspunct der Faden durchgehet, einen rechten Winkel machen soll, wie erfordert wird, wenn das Instrument die scheinbare Horizontallinie angeben soll. Man könnte also, wenn man wollte, den Ort, wo der Mittelpunct der silbernen Platte eigentlich seyn sollte, auf der Platte zeichnen, und denselben für den wahren Mittelpunct der Platte annehmen, oder die Platte selbst verrücken, und ihren Mittelpunct an seinen gehörigen Ort setzen: es wird aber viel dienlicher und bequemer seyn, daß man die Platte so lasse, wie sie ist, und den Fehler das Instruments zu verbessern, nur die Faden des Fernglases entweder erhöhe oder erniedrige, welches vermittelst der Schraube, welche die Einfassung, in welcher die Faden gespannet sind, gegen die von unten sich widersetzende Feder drücket, wie in der dritten Figur deutlich vorgestellt wird, leicht kan bewerkstelliget werden. Folgendes wird die Art dieser Verbesserung mit mehrerem lehren.

Wenn der Ort, wo der Mittelpunct der silbernen Platte eigentlich seyn sollte, wohl bekant ist, so wird das Instrument wieder in seine ordentliche Stellung gebracht, und das Haar in A wieder aufgehänget, das Instru-

ment aber gegen das vorher beobachtete Object so gerichtet, daß das Haar auf den dem Mittelpunct der Platte eigentlich gehörigen Ort genau anschlägt; alsdenn wird der Punct des Objects, der vorher von dem Durchschnittspunct der Faden des Fernglases bedecket ward, höher oder niedriger, als dieser Durchschnittspunct, gesehen werden, vermittelst der Schraube aber wird die Einfassung, in der die Faden sind, erhöhet oder erniedriget, bis der Durchschnittspunct der Faden eben denjenigen Punct des Objects, wo vorher, wieder bedecket. Wenn dieses geschehen ist, so ist das Instrument vollkommen gut und richtig; denn wenn es zum andern mal verkehret, und der Durchschnittspunct der Faden wieder auf den vorigen Punct des Objects gerichtet wird, so wird man finden, daß der Perpendikel in Ansehung des Instruments vor und nach der Verkehrung einerley Richtung habe.

Sollte aber der Fehler zu groß seyn, daß er auf diese Art nicht gänzlich könnte verbessert werden, so wäre alsdenn kein anderes Mittel, als den Mittelpunct der Platte, oder gar die Platte selbst, zu verändern.

Das III. Capitel.

Von der Ausübung des Wasserwägens.

Wir haben bisher die Lehre des Wasserwägens, und einige dazu dienliche Instrumente, nebst der Art, selbige zu prüfen, und in richtigen Stand zu stellen, erkläret; nun ist noch übrig, daß wir auch dasjenige, was bey dem Abwägen selbst kan vorfallen, und wie man sich in allen Fällen zu verhalten hat, erklären.

Das Wasserwägen ist entweder einfach, und geschiehet unmittelbar von einer Stelle zur andern durch eine einzelne Abwägung, oder es ist aus vielen einfachen und an einander hangenden Abwägungen zusammen gesetzet.

Nach dem, was zu Ende des ersten Capitels ist gesagt worden, kan, unsres Erachtens, bey dem einfachen Wasserwägen, wo es nur darum zu thun ist, daß man durch irgend ein Mittel die wahre Horizontallinie

bestimme, deren zwey Enden anzeigen, wie weit die zum Abwägen vorgesetzte zwey Puncte von dem wagerechten Stand entfernt sind, keine Schwierigkeit mehr vorfallen.

Die zum Abwägen vorgesetzte Puncte werden wir hinführo **Abwägungspuncte** nennen.

Es seyn B und D (Fig. I. II. III. Tab. VI.) diese Abwägungspuncte, G und H zwey andere in eben der Gegend, aber in der wahren Horizontallinie, das ist, in wagerechtem Stand sich befindende Puncte, und die Linie DE durch den einen Abwägungspunct D bis in die Gegend des andern, nämlich in E, mit der Linie GH parallel gezogen, so werden auch die Puncte D und E in wagerechtem Stande seyn.

Die Abwägungspuncte B und D können entweder beyde höher oder beyde niedriger, oder auch einer höher und der andere niedriger, als die Puncte G und H, seyn; wenn also, wie in der ersten Figur, der eine Abwägungspunct höher und der andere niedriger ist, als die Puncte G und H oder die

Linie GH, so wird die Summe der Linien GB und DH, das ist, die Summe der Weiten der zwey Abwägungspuncte von der Linie GH, anzeigen, um wie viel die beyden vorgesetzten Abwägungspuncte B und D von dem wagerechten Stand entfernt sind, das ist, um wie viel der eine dem Mittelpunct der Erde näher ist als der andere; denn weil die Linien GH und ED mit einander parallel gezogen sind, so ist die Linie DH der Linie GE und die Summe der Linien DH und GB, der Linie BE gleich.

Wenn aber die Abwägungspuncte B und D alle beyde höher oder niedriger sind, als die Linie GH, wie in der zweyten und dritten Figur, so wird alsdenn der Unterscheid der Linien BG und DH, das ist, der Unterschied der Weiten der zwey Abwägungspuncte von der Linie GH, anzeigen, um wie viel die zwey Abwägungspuncte von dem wagerechten Stand entfernt sind. Denn die Linie BE, die solches anzeiget, ist alsdenn dem Unterschied der Linien BG und DH gleich. Es ist hier noch zu merken, daß, wenn, wie in der zweyten Figur,

die Linie GH unter den zwey Abwägungs-puncten ist, und DH grösser ist, als BG, der Punct D allzeit höher, als der Punct B; hingegen wenn, wie in der dritten Figur, die Linie GH über den Abwägungspuncten ist, und BG grösser ist, als DA, der Punct B allzeit niedriger, als der Punct D, seyn werde. Es geschieht auch bisweilen, daß die Linie GH durch einen der zwey Abwägungspuncte durchgehet, und zugleich selbst anzeigt, um wie viel der eine Abwägungs-punct höher stehet, als der andere, das ist, um wie viel diese beyde Puncte von dem wagerechten Stand entfernt sind.

Wir haben in dem ersten Capitel schon erkläret, daß man bey einfachen Abwägungen nicht nöthig habe, das Instrument zu prüfen oder zu verbessern, wenn nämlich dasselbe zwischen die zwey Abwägungspuncte in die Mitte gestellt oder sonsten von beyden gleich weit entfernt wird; wenn es aber auf den einen Abwägungspunct selbst gesetzet wird, und man seiner Richtigkeit nicht versichert ist, oder wenn man auch ihrer versichert wäre, aber die Mühe ersparen wollte, die Weite der zwey Abwägungspuncte ab-

zumessen, ohne welches man nicht wissen kan, um wie viel die scheinbare Horizontallinie sich über die wahre erhebet, oder endlich wenn man besorgt, die Stralenbrechung mögte zu viel austragen und eine merkliche Aenderung verursachen, so muß man die Abwägung wechselsweise, von der ersten zur andern Stelle, und denn wiederum von der andern zur ersten Stelle, verrichten, wodurch unmittelbar gefunden wird, um wie viel der eine Abwägungspunct höher stehet, als der andere. Nachfolgende zwey Lehrsätze sind hierbey zu merken.

Erster Lehrsatz.

Wenn in der doppelten, und wechselsweise verrichteten Abwägung, der eine Abwägungspunct, just um so viel unter der ersten, als der andere über der zweyten Sehe- oder Abwägungslinie zu stehen kömmt, so zeiget eine jede dieser Abwägungen selbst schon an, um wie viel der eine Abwägungspunct höher ist, als der andere; wenn aber der eine Abwägungspunct nicht so weit, oder noch weiter unter der zweyten Abwägungslinie zu stehen kömmt, als der andere

Abwägungspunct über der ersten Abwägungslinie gestanden, so zeiget die Hälfte der Summe der zwey Höhen, um welche der eine Abwägungspunct unter, und der andere über der Abwägungslinie stehet, an, wie viel der eine Abwägungspunct höher ist, als der andere.

Wenn z. E. bey dieser doppelten und wechselsweise verrichteten Abwägung der eine Abwägungspunct das erste mahl um 8 Schuh unter, und der andere das andere mahl um 6 Schuh über der Abwägungslinie stehet, so ist der eine Abwägungspunct um 7 Schuh, das ist, um die Hälfte der Summe von 6 und 8, oder der Höhen, um welche der eine Abwägungspunct unter, und der andere über der Abwägungslinie stehet, höher, als der andere.

Zweyter Lehrsatz.

Wenn die zwey Abwägungspuncte in beyden Abwägungen über die Abwägungslinien gleich hoch erhaben sind, oder beyde mahl gleich weit unter derselben stehen, so sind sie schon wirklich in wagerechtem

Stande, wenn aber der eine über die eine Abwägungslinie höher erhaben ist, oder weiter unter derselben stehet, als der andere über oder unter der andern Abwägungslinie, und dennoch beyde über oder unter denselben gesehen werden, so zeiget die Hälfte des Unterscheids der zwey Höhen, um welche sie über oder unter den Abwägungslinien stehen, an, wie viel derjenige, welche der höchste zu seyn geschienen hat, sie mögen beyde über oder unter den Abwägungslinien seyn gesehen worden, wirklich höher ist, als der andere.

Z. E. Wenn der eine Abwägungspunct 6 Schuh über der einen, und der andere 8 Schuh über der andern Abwägungslinie erhaben ist, so ist dieser letztere um einen Schuh, das ist, um die Hälfte des Unterscheids von 6 und 8, oder der zwey Höhen, um welche die Abwägungspuncte über den Abwägungslinien erhaben sind, höher, als der andere.

Beweis der zwey Lehrsätze.

Die Puncte B und D (Fig. I. II. III. Tab. VII.) sind die zwey vorgesetzten Abwägungspuncte: die Linien BC und DE sind die zwey Sehe- oder Abwägungslinien, und folglich DC und BE die Höhen, um welche in den zwey wechselsweise verrichteten Abwägungen der eine Abwägungspunct höher zu seyn scheinet, als der andere, das ist, um welche sie über oder unter den Abwägungslinien stehen. Wenn nun diese zwey Höhen DC und BE in den Puncten G und H in zwey gleiche Theile getheilet werden, so werden diese Puncte G und H, kraft dessen, was in dem ersten Capitel ist bewiesen worden, in wagerechtem Stande seyn; folglich wenn die Linie BI mit der Linie GH parallel gezogen wird, so wird DI die Höhe anzeigen, um welche der eine Abwägungspunct höher ist, als der andere.

Es ist klar, daß, wenn der eine Abwägungspunct über und der andere unter der Linie GH, ist, wie in der ersten Figur, die zum ersten Lehrsatz gehöret, so ist DI aus DH, der Hälfte von DC, und aus HI

oder GB der Hälfte von BE zusammen gesetzt, und folglich DI der Hälfte der Summe von DC und BE gleich.

Wenn aber die Abwägungspuncte B und D alle beyde unter oder über der Linie GH stehen, wie in der zweyten und dritten Figur, so ist alsdenn DI der Hälfte von DC, weniger der Hälfte von BE, oder, welches auf eines heraus kömmt, der Hälfte des Unterscheids der zwey ganzen Höhen CD und BE gleich, wie wir im zweyten Lehrsatz gesagt haben.

Wir haben hier nicht von der Stralenbrechung gesprochen, weil wir voraus setzen, daß sie in beyden wechselsweise verrichteten Abwägungen gleich starck sey, und folglich gleichviel austrage.

Wir kommen nun auf diejenigen Abwägungen, welche nicht auf erst beschriebene Art können verrichtet werden, sondern aus vielen dergleichen einfachen Abwägungen zusammen gesetzet sind. Bey diesen Abwägungen ist vor allen Dingen zu bemercken, daß die einfachen, aus denen sie bestehen, so mit einander müssen verbunden seyn, daß

zwey auf einander folgende allezeit einen Abwägungspunct mit einander gemein haben.

Exempel.

A und F (Fig. I. Tab. VIII.) sind die zwey vorgesetzten Abwägungspuncte: aber wegen einiger Hindernisse die nicht zulassen, daß diese Abwägung auf einmal verrichtet werde, ist man verbunden, dieselbe in etliche einfache Abwägungen einzutheilen, weswegen, allemal nach der Bequemlichkeit des Orts und der Beschaffenheit der Hindernisse, noch einige andere Abwägungspuncte B, C, D, E, die zwischen jenen inne stehen, angenommen werden, davon ein jeder zweyen nach einander folgenden einfachen Abwägungen gemein ist, wie z. E. B den Linien BH und BI, das ist, den Höhen der Abwägungslinien GH und IK.

Die allersicherste Art, diese Abwägungen ins Werck zu richten, ist, wenn man so viel, als möglich ist, mit dem Instrument und dem Stock, worauf die Karte stecket, deren man sich anstatt des Zielpunctes bedienet, eine umwechselnde Ordnung hält, ich verstehe,

daß, wenn bey der ersten Abwågung der Stock hinten geblieben, und das Instrument hervor ist getragen worden, alsdenn in der zweyten Abwågung das Instrument an demjenigen Ort bleibe, wo es ist, und hingegen der Stock hervor getragen werde, und also immer fort von einem Abwågungspunct zum andern. Die Abwågungspuncte selbst můssen auch, wenn es mòglich ist, alle ohngefåhr gleich weit von einander entfernt seyn, welches aber durch das blosse Augenmaaß, oder vermittelst des Fernglases, in welchem die Karte, wie auch jedes Object, nachdem dieselbe mehr oder weniger entfernt ist, einen kleinern oder gròssern Theil der Oefnung einnimmt, genau genug kan geschåtzet werden.

Weil aber diese umwechselnde Ordnung nicht allzeit kan beobachtet werden, so muß man, wenn man davon hat můssen abgehen, es nach der Hand wieder einbringen. Ich verstehe, daß, wenn z. E. die Stòcke zwey oder mehr mal nach einander forne gewesen sind, dieselben auch nachgehends eben so oft nach einander hinten bleiben můssen, und nicht allein dieß, sondern, wenn, wie oft geschieht, daß der Ort nicht zulåßt, daß alle

Abwägungspuncte gleich weit von einander entfernt genommen werden, einige nahe und die andern weit von einander stehen, so muß man auch Acht haben, daß, um eine grosse, das ist, von weit entlegenen Puncten verrichtete Abwägung wieder zu ersetzen oder einzubringen, vier kleinere, deren jede halb so groß ist, das ist, ihre Abwägungspuncte halb so weit von einander entfernt stehen hat, als die erste, erfordert werden, weil die Erhöhungen der scheinbaren Horizontallinie über die wahre sich zu einander verhalten, wie die Quadrate der Weiten, und sie also für die halbe Weite nur den vierten Theil so viel austrägt, als für die ganze. Wir setzen hier zum voraus, das Instrument sey vollkommen gut, weil man sonst den Fehler in Betrachtung ziehen müßte.

Es geschieht sehr oft, daß man zwey Puncte abwägen muß, die unten an dem Fuß eines Berges sind, einer auf dieser und der andere auf jener Seite des Berges, und folglich der Berg zwischen ihnen liegt. In diesem Fall ist man verbunden, viele einfache Abwägungen zu machen, auf der einen Seite im Aufsteigen und auf der anderen im Absteigen; und öfters

erlaubt die Gegend nicht, daß in dem Heruntergehen die Abwägungspuncte eben so weit von einander entfernt genommen werden, als man in dem Heraufsteigen gethan hatte; und weil es jederzeit gut ist, daß man sie so weit, *) als es möglich ist, von einander entferne, damit die Summe der Abwägungen dem Irrthum weniger unterworfen sey, so wird es besser seyn, daß man abmesse, wie weit ein jeder Abwägungspunct von seinem nächstfolgenden entfernt sey, und einer jeden Abwägung diejenige Verbesserung gebe, die ihr wegen ihrer Weite zukömmt. Es ist aber

*) Wir haben hier wider das, was oben gesagt wird, zu erinnern, daß, je weiter die Abwägungspuncte von einander entfernt sind, je mehr die Abwägungen einem Irrthum unterworfen sind. Denn in diesem Fall werden die Sehelinien durch die Stralenbrechung viel stärcker gebogen, und die Stralenbrechung selbst von einer Stelle zur andern sehr mercklich geändert; nicht allein aber dieß, sondern auch die Zeichen, deren man sich anstatt der Zielpuncte bedient, werden nicht deutlich genug gesehen, und erlauben, wegen des kleinen Raums, den sie in dem Fernglase einnehmen, nicht, daß der Punct, der von dem Durchschnittspunct der Faden bedecket wird, genau bestimmt werde, woraus ein sehr ansehnlicher Irrthum entstehen kan. Das Wasserwägen erfordert eine ganz ausserordentliche Genauigkeit, so daß man auch dabey die kleinsten Kleinigkeiten nicht einmal darf aus der Acht lassen.

nicht

nicht nöthig, daß die Weiten der Abwägungspuncte sehr genau abgemessen werden; denn diese Abmessung dienet zu nichts anders, als die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, welche, wenn der Unterscheid der Weiten nicht groß ist, nicht mercklich unterschieden ist, zu bestimmen. Wir setzen in allen diesen Verrichtungen voraus, daß das Instrument gut sey.

Wenn dieses alles auf solche Art sorgfältig verrichtet worden, so hat man wegen der Richtigkeit der Abwägung nichts zu besorgen, wenn man nur mit dem Instrument allzeit recht verfahren ist, und über die Höhen der Abwägungslinien, welche sind AG, BH, BI, und so weiter, eine recht genaue Rechnung hält.

Die ordentliche Weise, diese Rechnung zu führen, ist folgende. Die Höhen werden in zwey Classen abgetheilet, und so, wie sie in einer jeden Abwägung sind gefunden worden, in zwey neben einander stehenden Reihen aufgezeichnet; nämlich in der Reihe zur Lincken alle Höhen der ersten, und in der zur Rechten, alle Höhen der andern Classe.

Höhen der ersten Classe nennen wir diejenigen, um welche das eine Ende der Abwägungslinie über den einen Abwägungspunct, nämlich über den ersten in der Ordnung, und **Höhen der andern Classe** diejenigen, um welche das andere Ende der Abwägungslinie, über den andern Abwägungspunct, nämlich über den andern in der Ordnung, erhaben ist. Z. E. Wenn der Anfang der Abwägung bey A ist gemacht worden, so setzet man in die erste Reihe die Höhe AG, und daneben in die andere Reihe die Höhe BH, hernach wieder in die erste die Höhe BI, und in die zweyte die Höhe CK, und denn wiederum in die erste die Höhe CL und in die andere die Höhe DN, und so weiter. Auf diese Art werden alle Abwägungen deutlich vorgestellt. Wenn es sich aber zuträgt, daß das eine Ende der Abwägungslinie gar keine Höhe hat, wie das Ende E der Abwägungslinie ME, so wird an deren Statt in die Reihe ein o gesetzet, damit man alle und jede Abwägungen von einander unterscheiden kan. Wenn es auch geschieht, daß das eine Ende der Abwägungslinie über den einen Abwägungspunct nicht nur nicht erhaben ist, sondern noch unter dem-

selben stehet, wie z. E. in der zweyten Figur, wo B und D die Abwägungspuncte sind, G H die Abwägungslinie, und folglich das Ende H unter dem Punct D ist; oder wenn, wie in der dritten Figur, beyde Enden der Abwägungslinie, und also die Abwägungslinie selbst, unter den zwey Abwägungspuncten stehen, so wird in dem ersten Fall für die Höhe der Abwägungslinie bey D ein o, und hingegen für die Höhe bey B, die Summe der Höhen D H und B G, das ist, die Höhe B E, gleich als wenn die Linie E D die Abwägungslinie gewesen wäre, gesetzet. In dem zweyten Fall aber werden die Höhen BG und DH versetzet und in die erste Reihe diejenigen, welche nach der Ordnung der Abwägung in die zweyte Reihe kommen sollte, und hingegen in die zweyte Reihe diejenigen, welche in der ersten seyn sollte, gesetzet. Der Beweis hinvon ist ganz leicht, wenn die Linie H D bis in F ausgezogen wird, so daß D F dem B G gleich ist, und die Linie F I mit der Linie G H parallel gezogen wird; denn die Linie F I, die eben sowohl, als die Linie G H, horizontal seyn wird, kan wie eine Abwägungslinie betrachtet werden, und weil dieselbe, wie wir gesagt ha-

ben, mit der Linie GH parallel ist gezogen worden, so ist die Linie GI der Linie HF, und wegen der Gleichheit der Linien BG und DF, die Linie BI der Linie DH, gleich. Es kömmt also durch die Versetzung eben so heraus, als wenn die Linie FI für die Abwägungslinie genommen wird. In diesem letzten Fall wird also die Abwägungslinie über die zwey Abwägungspuncte erhoben, da hingegen in dem ersten Fall dieselbe nur so viel als nöthig war, um durch den höchsten Abwägungspunct durchzugehen, ist erhoben worden.

Durch dieses Mittel werden alle Fälle so eingerichtet, als wenn die Abwägungslinie niemals unter den Abwägungspuncten stünde, welches nothwendig erfordert wird, um die Höhen allezeit auf einerley Art aufzeichnen zu können.

Wenn die ganze Abwägung zu Ende gebracht ist, so werden sowohl die Höhen der ersten Classe, als auch die Höhen der andern Classe in eine Summe gebracht, und wenn die Summe der ersten grösser ist, als die Summe der andern, so ist der

letzte Abwägungspunct um den Unterscheid der zwey Summen höher als der erste, und hingegen, wenn die Summe der Höhen der andern Classe grösser ist als die Summe der Höhen der ersten Classe, so ist der letzte Abwägungspunct um den Unterscheid der zwey Summen niedriger als der erste. Dieses erfolget nothwendig aus dem, daß, in einer jeden einfachen Abwägung, der niedrigste Abwägungspunct allzeit auf derjenigen Seite ist, da die Abwägungslinie die größte Höhe hat, und daß er just um so viel niedriger ist, als der andere, als die Abwägungslinie über ihm höher stehet, als über dem andern. Es wird aber nicht allein zum vorausgesetzt, daß das Instrument vollkommen gut sey, sondern auch, daß dasjenige, was die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre, in einer jeden einfachen Abwägung, austrägt, von der Höhe des einen Endes der Abwägungslinie, nämlich von der Höhe desjenigen Endes, da der Stock mit dem Zeichen gestanden, allzeit abgezogen, oder zu der Höhe des andern Endes, da das Instrument war, noch hinzugethan werde.

Weil also der Unterscheid der zwey Summen anzeigt, wie viel der eine Abwägungspunct höher ist als der andere, so hat man sich wohl in Acht zu nehmen, daß man nicht eine Zahl in eine Reihe schreibt, die in die andere gehöret, weswegen es sehr gut ist, wenn nicht nur eine Person, sondern ihrer viele, die Observationen aufschreiben, und ihre Verzeichnisse von Zeit zu Zeit gegen einander halten. Sodenn wird es auch dienlich seyn, daß man hin und wieder gewisse Zeichen zurück lasse, damit man sich da Raths erholen könne, wenn ja ein Zweifel oder eine Verrechnung sollte vorfallen, und man also nicht genöthiget wäre die ganze Arbeit von forn wieder anzufangen.

Wenn es sich zuträgt, daß die Sehe- oder Abwägungslinie oben auf den Gipfel eines Daches, oder sonst auf einen erhabenen Ort der von beyden Seiten deutlich kan gesehen werden, anstößt, so wird, nachdem in der ersten Reihe die Höhe des Auges oder des Instruments ist aufgezeichnet worden, das Instrument jenseits dieses erhabenen Orts eben so weit getragen, als es disseits davon weggestanden; und

wenn sichs durch einen glücklichen Zufall zuträgt, daß eben der vorige Gipfel oder erhabene Ort daselbst eben auch in der scheinbaren Horizontallinie, wie vorher auf der andern Seite, gesehen wird, so wird alsdenn in der zweyten Reihe die Höhe des Instruments, so wie sie in der zweyten Observation gewesen ist, gesetzet; oder wenn diese Höhe der vorigen gleich ist, so können sie alle beyde ausgelassen, und die Abwägung auf die Art, wie zuvor geschehen ist, fortgesetzet werden. Denn man muß als einen Grundsatz annehmen, daß die Zahlen, die in beyden Reihen gleich sind, beyderseits können ausgelassen werden. Wenn aber in vorgesetztem Fall, die Stelle auf der das Object zuletzt gesehen wird, von demselben weniger entfernt ist, als die erste Stelle gewesen war, so muß von der letzten Höhe des Instruments der Unterscheid von dem, was die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie für beyde Weiten austrägt, abgezogen, und hingegen, wenn die letzte Stelle von dem Object weiter entfernt ist, als die erste, besagter Unterscheid zu der letzten Höhe des Instruments noch hinzugethan werden.

Beweis.

Der Punct A (Fig. IV. Tab. VIII.) stellet den Mittelpunct der Erde vor; C ist ein über dem Umkreis oder der Oberfläche der Erdkugel erhabener Punct, der aus den zwey Puncten B und D, welche von dem Mittelpunct A ungleich weit entfernt sind, in der scheinbaren Horizontallinie gesehen wird. Folglich sind die Winkel ABC und ADC zwey rechte Winkel, woraus vermöge des sieben und vierzigsten Lehrsatzes des Euclides, erhellet, daß die Summe der Quadrate AB und BC, der Summe der Quadrate AD und DC gleich sey, woraus wiederum folget, daß, wenn die Linie CD kleiner ist, als die Linie BC, die Linie AD nothwendig grösser seyn müsse, als AB; so, daß also der Punct D, der von C am wenigsten entfernt ist, von dem Mittelpunct der Erde A, weiter entfernt, und folglich höher seyn wird, als der Punct B: und wenn von dem Mittelpunct A, die Cirkelbogen BE und DF beschrieben werden, so ist klar, daß die Puncte B und E, wie auch D und F, in wagerechtem

Stande seyn, und EC die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre in Ansehung des Punctes B, FC aber eben dieselbe Erhöhung, in Ansehung des Punctes D, und also EF den Unterschied der Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie für die Weiten BC und CD anzeigen werde.

Man wird hier wahrnehmen, daß die Puncte B und D, in Ansehung welcher die Linie CE und CF die Erhöhung der scheinbaren Horizontallinie über die wahre anzeigen, von dem Mittelpunct A ungleich weit entfernt sind, da hingegen in der Ausrechnung der Tabelle, die wir oben gegeben haben, alle diese Puncte, als wären sie von dem Mittelpunct der Erde gleich weit entfernt, sind angenommen worden. Es ist aber auch der Unterscheid der zwey Halbmesser AB und AD, der in der Practik vorfallen kan, wenn er gegen den Halbmesser der Erde selbst gehalten wird, so klein, daß er nicht in Erwägung gezogen werden darf.

Man würde zu weitläuftig werden, wenn man alle Fälle, die in der Practik sich zutragen können, besonders anführen wollte; es wird aber auch keiner, der alles dasjenige, was wir bisher erkläret haben, wohl verstanden hat, irgend etwas finden, das ihn aufhalten könnte.

Ende der Abhandlung vom Wasserwägen.

Erzählung

einiger Wasserwägungen, die auf Königlichen Befehl von Herrn Picard sind verrichtet worden.

Nachdem Se. Königl. Majestät beschlossen hatten, das beste Trinkwasser, das in den umliegenden Oertern zu finden wäre, nach **Versailles** leiten zu lassen, so wurde das von dem Berge, der bey **Roquencourt** liegt, als eines der nähesten und gesundesten im ganzen Lande vorgeschlagen: und wiewohl dieser Vorschlag im Anfang unmöglich schien, weil dieses Wasser mehr als 19. Franz. Ruthen tief unter der obersten Fläche des Berges lag, wie aus dem Schöpf-

brunnen zu Essarts, der zwischen Roquencourt, Bailly und Marly ist, leicht konnte abgenommen werden, so wurde doch dem Herrn **Picard** befohlen, selbiges abzuwägen, um zu wissen, wie hoch es, in Ansehung der Höhe von **Versailles**, wäre. Nach verschiedenen Abwägungen, die er zu verschiedenen malen, und auf verschiedene Art gemacht hatte, fand er, daß die Oberfläche des Wassers dieses Schöpfbrunnens, der beynahe 3000. Franz. Ruthen von **Versailles** entfernt ist, mit dem ebenen Boden des Königlichen Schlosses in der Höhe ohngefähr übereinkam, das ist, in wagerechtem Stande war.

Hierauf bekam einer, Nahmens **Jongleur**, Befehl, alles das Wasser dieses Berges zu sammlen, und nach **Versailles** zu leiten. Zu diesem Ende machte er unter der Erde eine lange Röhre oder Wasserleitung, deren Auslauf nahe bey Roquencourt, und nach den Abwägungen, die man deswegen gemacht hat, ohngefähr 3. Schuh niedriger, als die Oberfläche des Wassers zu Essarts war, und nachdem diese Wasserleitung vollkommen fertig gewesen, so ist auch alles mit der Abwägung durch die Erfahrung so genau

übereingekommen, daß es nicht genauer seyn können.

Eben dieses ist auch erfolgt mit den Wassern, die eben dieser **Jongleur** zwischen **Roquencourt** und **Bailly** für **Trianon**, und in der Gegend bey **St. Cyr** für den Königlichen Thiergarten gesammlet hat. Dieses alles haben wir hier als Proben der Richtigkeit der von uns beschriebenen Arten, Wasser zu wägen, anführen wollen; es folgen aber noch einige andere und weit ansehnlichere Abwägungen.

Der behertzteste Vorschlag, der jemals ist gethan worden, um Wasser nach **Versailles** zu leiten, ist der, welchen Herr **Riquet**, der durch das Unternehmen der Vereinigung der zwey Meere bekannt genug ist, gethan hat. Er hatte gesehen, daß die **Loire** eine viel grössere Rösche hatte, als die **Seine**. Hieraus hatte er geschlossen, daß das Bette der **Seine** viel niedriger seyn müsse, als das Bette der **Loire**; und dadurch war er auf die Meynung gekommen, daß man durch einen Canal das Wasser aus der **Loire** bis vor das Schloß zu **Versailles** leiten könnte.

Ja, was noch mehr ist, er setzte noch hinzu, man könnte dieses Wasser durch eine Wasserleitung bis oben auf den Berg Sataury, welcher 20. Französische Ruthen höher als der ebene Boden des Schlosses ist, bringen, wodurch also ein grosser Behälter zu mehrerer Zierde dieses Orts hätte können angefüllet werden. Ein so vortheilhafter Vorschlag konnte nicht anders, als wohl aufgenommen werden: weil aber ein solches Unternehmen von grosser Wichtigkeit war, so mußte die Sache vorher mit allem möglichen Fleiß untersuchet werden. Dieses wurde dem Herrn Picard aufgetragen, und Herr Riquet leistete ihm in dieser Arbeit Gesellschaft.

Dieses geschahe gegen das Ende des Septembers im Jahr 1674; und weil also wenig mehr gute Zeit zum Abwägen übrig war, so hielt er dafür, man müsse die Sache vors erste nur oben hin untersuchen, und wenn ein Anschein der Möglichkeit da wäre, die Untersuchung alsdenn zum zweyten mal, und mit allem Fleiß und Behutsamkeit anstellen.

Er wußte, daß Herr Riquet im Sinn hatte, das Wasser oberhalb Briare aus der Loire zu leiten, und man also durch den Canal zu Briare würde fahren müssen; derowegen befließ er sich, den Unterscheid der Höhe von Versailles, und der Höhe des Ortes, da der Canal am höchsten ist, genau zu bekommen. Zu diesem Ende, glaubte er, könnte man die Sache nicht besser angreifen, als wenn man vor allen Dingen, um wie viel Versailles höher ist, als die Seine, wohl untersuchen, und alsdenn erstgedachten Fluß und noch einen andern, der Loin genannt, bis nach Montargis, wo der Canal zu Briare anfängt, hinauf steigen würde.

Die Seine zwischen Seve und Moulineaux, wo sie Versailles am nächsten kömmt, war damals 3. Franz. Ruthen niedriger, als der untere Theil der Mauer von Moulineaux, und da fand man, daß dieses Wasser 60½ Franz. Ruthen niedriger war, als der ebene Boden des Schlosses zu Versailles. Nachgehends wurde die Rösche der Seine von Valvint bis nach Seve folgendergestalt untersuchet.

Den 27. September war man nahe bey der Ringmauer des Capucinerklosters, zwischen Seve und Meudon, 366½ Schuh über der Oberfläche der Seine, und da fand man am hellen Mittage, die Spitze des Thurms zu U. L. F. in Paris, der gegen Mittag steht, 16. Minuten und 40. Secunden unter der scheinbaren Horizontallinie. Die Observation ist mit einem Instrument gemacht worden, an welchem die Minuten auf der Einfassung der kleinen silbernen Platte gezeichnet waren, auf deren Mittelpunct der Perpendikelfaden anschlagen muß, wie wir es oben in der Beschreibung gesagt haben.

Die Weite in gerader Linie von dem Ort nahe bey der Mauer des Capucinerklosters, da das Instrument gestanden, bis zu dem Thurm zu U. L. F. in Paris war 5040. Franz. Ruthen, welches man aus der Landcharte von der Gegend von Paris, die **Vivier** gemacht hatte, genau genug wissen konnte; woraus folget, daß der Thurm 147. Schuh unter der scheinbaren Horizontallinie gestanden hatte.

Des

Des andern Tages wurde das Instrument oben auf den Thurm zu U. L. F. getragen, und da dasselbe um eben die Zeit gegen den Ort, da es den Tag vorher gestanden, ist gerichtet worden, ward derselbe 11. Minuten und 20. Secunden und folglich 102. Schuh über der scheinbaren Horizontallinie gesehen. Wenn also die Summe der zwey Höhen, um welche die eine Abwägungsstelle unter, und die andere über der scheinbaren Horizontallinie ist gesehen worden, das ist, die Summe von 147. und 102. Schuhen, genommen wird, so giebt die Hälfte dieser Summe, nämlich $124\frac{1}{2}$ Schuh die Höhe, um welche die zwey Stellen von dem wagerechten Stand entfernet waren, das ist, um welche die Stelle bey dem Capucinerkloster zu **Meudon** höher war, als die andere.

Als die Höhe des Thurms von dem Grund an, worauf die Kirche stehet, bis zu oberst an das Parapet, genau abgemessen wurde, ward dieselbe 34 Franz. Ruthen, das ist, 204. Schuh hoch *) gefunden; es war aber damals die **Seine** 27. Schuh niedriger,

*) Der Thurm, der gegen Norden steht, ist um 8. Zoll höher, als dieser.

als der Ort, da die Kirche steht; folglich war der Thurm 231. Schuh höher, als das Wasser der Seine. Wenn man also zu diesen 231. Schuhen die 124½. Schuh, um welche der Ort bey dem Capucinerkloster höher als der Thurm war gefunden worden, noch hinzuthut, so bekömmt man für die Höhe, um welche die Seine bey U. L. F. in Paris damals niedriger war, als der Ort bey dem Capucinerkloster zu **Meudon**, 355½ Schuh. Man hatte aber gefunden, daß eben dieser Ort 366½ Schuh höher war, als die Seine zwischen **Moulineaux** und Seve: folglich ward die Seine bey Seve 11. Schuh niedriger als zu Paris gefunden, welches die Rösche dieses Flusses zwischen diesen zwey Oertern eigentlich hätte seyn sollen. Da man aber nachgehends eben diese Abwägung stückweise gemacht, und die Abwägungspuncte nicht so sehr weit von einander entfernt genommen hatte, so fand man, daß nur 8 Schuh heraus kamen, wodurch die erste Art anfing etwas verdächtig zu werden.

Oben auf eben diesem Thurm zu U. L. F. hatte man auch die Anhöhe, **du Griffon**

genannt, die zwischen Ville-neuve-St. George und Yerre liegt, beobachtet, und ihn 25. Secunden unter der scheinbaren Horizontallinie gefunden, folglich, weil der Ort von dem Thurm 9070. Franz. Ruthen entfernt ist, muste er 7. Schuh unter der scheinbaren Horizontallinie gestanden haben; als aber hernach das Instrument auf gedachte Anhöhe getragen und daselbst gegen den Thurm gerichtet wurde, so wurde der Thurm 9. Minuten, und folglich 142. Schuh unter der scheinbaren Horizontallinie gesehen. Wenn man also von diesen 142. Schuhen obige 7. Schuh abzog, und die Hälfte von dem Ueberrest nahm, so bekam man 67½ Schuh, und fand also die eine dieser zwey Abwägungsstellen um 67½ Schuh höher, als die andere; folglich, wenn 67½ Schuh zu den 231. Schuhen, um welche der Thurm höher als die Seine war gefunden worden, noch hinzu gethan wurden, so fand man die Seine 298½ Schuh niedriger, als die Anhöhe.

Von eben dieser Anhöhe ward in einer Entfernung von 7200. Franz. Ruthen der obere Rand der Ringmauer des Kranken-

hauses St. Lazarus bey Corbeil genannt, 9. Minuten und 30. Secunden, und folglich 119. Schuh unter der scheinbaren Horizontallinie, gesehen, und da hernach das Instrument nach St. Lazarus getragen und daselbst gegen die Anhöhe du Griffon ist gerichtet worden, so ward dieser Ort 1. Minute und 35. Secunden, das macht 21. Schuh, über der scheinbaren Horizontallinie gefunden. Wenn man also diese 21. Schuh zu den obigen 119. Schuhen noch hinzu that, und die Hälfte dieser Summe nahm, so fand man besagte Anhöhe du Griffon 70. Schuh höher, als die Mauer von St Lazarus: eben diese Mauer aber war 202. Schuh höher, als die Seine bey Corbeil, folglich war die Seine bey Corbeil 272. Schuh niedriger, als die Anhöhe du Griffon. Man hatte aber, wie wir oben gesagt haben, gefunden, daß die Seine zu Paris 298½ Schuh niedriger war, als gedachter Ort; folglich hätte die Rösche der Seine von Corbeil bis Paris 26½ Schuh betragen sollen. Anstatt dessen aber hat man durch die kleinen stückweise gemachten Abwägungen, bey welchen alle mögliche Genauigkeit ist beobachtet worden, nur 18.

Schuh gefunden; und dabey glaubte man, daß man bleiben müßte, und das um so viel mehr, weil in den sehr grossen Abwägungen, wenn nämlich die zwey Abwägungspuncte sehr weit von einander entfernt sind, die Abwägung von beyden Seiten her zu gleicher Zeit geschehen müste, wenn man wegen der Stralenbrechung vollkommen sicher gehen wollte; und denn ist noch zu betrachten, daß der geringste Fehler, der in dergleichen grossen Abwägungen begangen wird, gleich eine sehr grosse Aenderung in der Rechnung verursachet; derowegen ob man wohl auf solche Art mit dem Abwägen schon bis nach **Melun** gekommen, so hielt man sich dennoch keinesweges an diese grossen Abwägungen, sondern fuhr mit den kleinen am Ufer des Flusses immerfort, bis nach **Valvint**, und da fand sichs, daß man von **Corbeil** bis hin nach **Valvint** um 25. Schuh gestiegen war.

Von **Valvint** bis nach **Corbeil** ist die Rösche der **Seine**	25	Schuh
Von **Corbeil** bis nach **Paris**	18	=
Von **Paris** bis nach **Seve**	8	=

Folglich von **Valvint** bis nach **Seve** 51. Schuh oder 8½ Franz. Ruthen.

Von Valvint ging man gerade durch bis nach Moret, und von Moret an blieb man immer am Ufer des Loins bis nach Montargis, und da fand sichs, daß man 16. Franz. Ruthen hoch gestiegen war, worinne kein merklicher Irrthum seyn konnte, wenn man auch nichts anders gethan, als die Anzahl der Mühlen, die auf diesem Fluß stehen, gezählet, und, wie groß die Rösche von einem Damm zum andern etwan seyn konnte, geschätzet hätte.

Nachgehends hat man nur noch die Wasserfälle der Schleussen des Canals zu Briare abgemessen. Es sind ihrer von Montargis an, bis an den Ort, da der Canal am höchsten ist, acht und zwanzig, und machen zusammen eine Höhe von 42. Französischen Ruthen aus.

Von dem Ort, da der Canal zu Briare am höchsten ist, bis nach Montargis geht man hinunter	42 Fr. R.
Von Montargis bis nach Valvint	16 =
Von Valvint nach Seve	8½ =

Folglich von dem Ort, da der Canal zu Briare am höchsten ist, bis nach Seve	66½ Fr. R.
Von Versailles aber bis nach Seve geht man hinunter	60½ Fr. R.
Bleiben	6. Fr. R.

Folglich ist der Canal zu **Briare** an dem Ort, da er am höchsten ist, 6 Französische Ruthen höher, als der ebene Boden des Schlosses zu **Versailles**, und folglich mit dem Wasserkasten, der oben auf der Grotte ist, ohngefähr in gleicher Höhe.

Hernach ging man gegen die **Loire** hinunter, welche damals sehr niedrig war; und als die Wasserfälle des Canals, derer vierzehen auf dieser Seite sind, abgemessen wurden, fand man, daß der Canal an dem Ort, da er in die **Loire** *) geht, 17. Franz. Ruthen niedriger war, als an dem Ort, da er am höchsten ist, also daß man die **Loire** hätte

*) Bey Briare ist das Bette der Loire 41. Französische Ruthen höher als das Bette der Seine bey Valvint.

müssen hinauf steigen, bis in die Gegend, da sie 17. Franz. Ruthen höher ist, als bey **Briare**, wenn man dieselbe eben so hoch, als der Ort, da der Canal am höchsten ist, hätte haben wollen. Aber ehe man untersuchte, wie weit diese Gegend von **Briare** entfernt, und wie das Erdreich, in welches man die Wasserleitung hätte eingraben sollen, dieß- und jenseits des Canals beschaffen wäre, da man sahe, daß ausser der nöthigen Rösche, die man der Wasserleitung für einen so weiten Weg hätte geben müssen, der höchste Ort des Canals, durch welchen dieselbe nothwendiglich hätte durchgehen müssen, 41. Franz. Ruthen niedriger war, als der Berg **Sataury**, und man überdieß nicht wußte, ob man mit dem, was bisher gefunden worden, zufrieden seyn würde, so hielt man für rathsam umzukehren, und auf dem Rückweg diejenigen Oerter, da man einigen Zweifel haben konnte, noch einmal abzuwägen, um sich der ganzen Verrichtung zu versichern.

Der Herr **Picard** stattete also Bericht ab von allem was er gefunden hatte, und wußte nicht, daß der Herr **Riquet** ins geheim andere Abwäger nach ihm geschickt

hatte, welche noch an der Arbeit waren; dieser aber blieb beständig bey seiner ersten Aussage bis seine Leute auch wieder zurück kommen waren; denn hernach stimmete er allem demjenigen bey, was Herr **Picard** gemeldet hatte, und ward dessen vollends überzeugt, als in seiner Gegenwart die Abwägungen von **Versailles** bis nach **Seve**, und von **Seve** bis an das Thor **de la Conference** nochmals wiederholet wurden. Die Sache ward also wieder still, und ward auch nicht mehr davon gesprochen, bis vier Jahr hernach, durch folgende Gelegenheit.

An dem Rand des Orleanischen Waldes auf der Seite gegen **Pluvier**, befinden sich verschiedene Teiche und lebendige Quellen, woraus zwey Bäche, welche nachhero zusammen fliessen, und den Fluß **Juine** ausmachen, ihren Ursprung haben. Dieser Fluß hat so viel Rösche, daß er von dem Ort an, da die zwey Bäche zusammen fliessen, bis unterhalb **la Ferte Alais**, in einer kleinen Weite, ohngefähr sechzig Mühlen treibet. Der Herr **Franchine** war auf die Gedanken gekommen, dieses Wasser nach **Versailles** zu leiten, und als einige Zeit darauf,

nämlich im Jahr 1678, obgedachter **Vivier**, welcher damals die Landcharte von dem Orleanischen Gebiet verfertigte, diesen Vorschlag von neuem wieder auf die Bahn brachte, so fand die Sache Gehör. Der Herr **Picard** bekam hierauf Befehl, zu untersuchen, ob es möglich wäre, dieselbe in das Werck zu richten, und ward von **Vivier** und seinem ordentlichen Gehülfen begleitet. Er nahm die Abwägungen, die er vormals schon gemacht hatte, bis nach **Corbeil** als bekannt an, und fuhr mit dem Abwägen fort bis nach **Orleans**, und fand, daß das Wasser des Orleanischen Waldes just 50. Franz. Ruthen höher war, als die **Seine** bey **Corbeil**, wie aus folgendem Verzeichniß zu ersehen ist.

Von dem Teich le **Grand-Vau** genannt, der in dem Orleanischen Wald oberhalb **Chemerolles** ist, bis zu dem Teich **du Bois** bey **Courcy**, fand er, daß es hinunter ging um = = 18 Sch.

Von dem Teich **du Bois** bis zu dem Teich **zu Laas** um 18 =

Von dem Teich zu Laas bis zu der Mühle zu Pluvier um	55 Sch.
Von Pluvier bis zu der Brücke zu Angerville=la=Riviere um = = =	71½. =
Von Angerville=la=Riviere bis Males Herbes um	17½. =
Von Males=Herbes bis Maisse um = = =	27 =
Von Maisse bis la Ferte=Alais um = =	19 =
Von la Ferte bis Ormoy um	31 =
Von Ormoy bis zur Mühle zu Essone um = =	21 =
Von Essone bis an die Seine bey Corbeil um =	22 =
Summa	300. Schuh, oder 50. Fr. R.

Die Seine war damals nicht höher, als im Jahr 1674, da die Abwägungen auch sind gemacht worden; wenn also zu diesen

50 die $4\frac{1}{2}$ Franz. Ruthen, um welche im Jahr 1674. die **Seine** bey **Corbeil** höher war gefunden worden, als bey **Seve**, noch hinzugethan werden, so findet man, daß das Wasser des Orleanischen Waldes $54\frac{1}{2}$ Franz. Ruthen höher ist, als die **Seine** bey **Seve**: es ist aber dieser Fluß an eben diesem Ort $60\frac{1}{2}$ Franz. Ruthen niedriger, als der ebene Boden des Schlosses zu **Versailles**; folglich ist der ebene Boden des Schlosses zu **Versailles** 6 Französische Ruthen höher, als das Wasser des Teiches **Grand-Vau** in dem Orleanischen Walde.

Als nun die Sachen in diesem Stande waren befunden worden, so ward dem Herrn **Picard** befohlen, mit dem Abwägen fortzufahren, um zu sehen, ob es denn möglich wäre, einen Canal aus der **Loire** bis in das Schloß zu **Versailles** zu leiten.

Man hatte schon gefunden, daß man durch den Canal zu **Briare** durchfahren müßte, und durch die letztern Abwägungen hatte man auch gesehen, daß man zwischen dem Teich **du Grand-Vau**, der sich in die **Seine** ausgiesset, und den Teichen **de la**

Courdieu, deren Wasser in die Loire fliesset, durchgehen müßte; und weil es unmöglich war, in dem Orleanischen Walde anders, als den gebahnten Landstrassen nach, abzuwägen, so hat man die Strasse nach Gergeau dazu auserwählet; und als man von dem Teich du Bois gegen la Courdieu hinauf gieng, so fand sichs, daß der Grund und Boden der besagten Landstrasse, an dem Ort, da sie am höchsten war, ohngefähr 150. Franz. Ruthen jenseits der Gegend, wo die Strasse du Hallter quer über gehet, 13 Franz. Ruthen höher, als der Teich du Bois, folglich 10. Franz. Ruthen höher, als der Grand-Vau, und also 4. Franz. Ruthen höher, als der ebene Boden des Schlosses zu Versailles, war.

Es war nicht möglich, die Untersuchung des Erdreichs bis zu dem Canal zu Briare fortzusetzen, es wäre denn, daß man dazu einen besondern Weg durch den Wald hätte hauen wollen; sodann trug man ein grosses Verlangen, zu wissen, wie diese letztern Abwägungen mit denen, die vier Jahr vorher waren gemacht worden, übereinkommen würden. Man wandte sich derohalben gegen

die Loire, welche damals sehr niedrig war, und fand, daß dieselbe zu Orleans unter dem Burgunderthor, 28½ Franz. Ruthen niedriger war, als das hohe Erdreich im Walde, anstatt daß, eben dieses Erdreich, wie wir oben gesehen haben, 60. Franz. Ruthen höher war gefunden worden, als die Seine bey Corbeil; woraus folgt, daß die Seine bey Corbeil 31½ Franz. Ruthen niedriger war, als die Loire zu Orleans. Beyde Flüsse waren damals sehr niedrig.

Hernach wurde auch die Rösche der Loire von dem Canal zu Briare an bis nach Orleans abgemessen und folgendes gefunden:

Von dem Canal an bis nach Gien	10	Sch.
Von Gien bis Rocole	10	=
Von Rocole bis zu dem Port la Ronce	42	=
Von dem Port la Ronce bis Gergeau = =	10	=
Von Gergeau bis Orleans	16	=

Summa 91. Schuh, das ist, ohngefähr 15. Franz. Ruthen.

Wenn man also, zu dieser Summe, die 17. Franz. Ruthen, um welche der Canal zu **Briare** an dem Ort, da er am höchsten ist, höher als an dem Ort, da er in die **Loire** gehet, war gefunden worden, noch hinzu that, so fand man, daß der Canal an dem Ort, da er am höchsten ist, 32. Franz. Ruthen höher war als die **Loire** zu **Orleans**; und wenn zu diesen 32. Franz. Ruthen die 31½ Franz. Ruthen, um welche man die **Seine** zu **Corbeil** niedriger, als die **Loire** zu **Orleans**, gefunden hatte, und dann auch die 4½ Franz. Ruthen, um welche die **Seine** bey **Seve** noch niedriger war, als zu **Corbeil**, noch hinzu gethan wurden, so wurde der Canal zu **Briare** an dem Ort, da er am höchsten ist, 68. Franz Ruthen höher, als die **Seine** bey **Seve**, und folglich 7½ Ruthen höher, als der ebene Boden des Schlosses zu **Versailles**, gefunden, anstatt daß man, in den ersten Abwägungen, die der **Loire** nach sind gemacht worden, nur 6. Franz. Ruthen bekommen hatte. Man fand aber für rathsamer, sich an diese letzteren Abwägungen zu halten, weil sie nicht allein bey besserem Wetter sind gemacht worden, als die ersten, sondern auch das Instrument,

dessen man sich zu den letztern bediente, einen Perpendikel von 4 Schuhen hatte, da hingegen dasjenige, welches man zu den ersten gebraucht hatte, einen nur drey Schuh langen Perpendikel gehabt hatte: Doch hätte man auch den Unterscheid theilen können, wenn man gewollt hätte.

Hierauf wurde die Rösche der Loire von Pouilly an bis an den Canal zu Briare abgemessen, und folgendergestalt gefunden:

Von Pouilly bis Cosne	26	Schuh.
Von Cosne bis Nevay	25	=
Von Nevay bis Bony	7	=
Von Bony bis an den Canal zu Briare	20	=

Summe 96 Schuh oder 16 Franz. Ruthen.

Hieraus konnte man schliessen, daß man die Loire bis ohngefähr eine Französische Meile oberhalb Pouilly hätte müssen hinauf gehen, um dieselbe eben so hoch, als der

höchste

höchste Ort des Canals zu **Briare** ist, zu bekommen; und dann noch wenigstens bis nach **la Charite**, um der Wasserleitung die nöthige Rösche geben zu können.

Es war schon spät im Jahr, und die Abwägungen, welche in den Gegenden des Orleanischen Waldes waren gemacht worden, hatten Anlaß gegeben, daß man besorgte, das Erdreich der Landschaft **Beauce** mögte nicht hoch genug seyn, um das Wasser der **Loire** nach **Versailles** leiten zu können; derohalben ohne sich länger mit andern Untersuchungen aufzuhalten, kehrete man wieder zurück nach Orleans, um den Königl. Befehl vollends auszuführen. Es hatten nämlich Seine Majestät befohlen, den Rückweg durch die Landschaft **Beauce** zu nehmen, und das Erdreich von dem Orleanischen Wald an bis an den Teich zu **Trape**, von welchem man wußte, daß er ohngefähr 2 Franz. Ruthen höher war, als die Oberfläche des Wasserkastens, der über der Grotte des Schlosses zu **Versailles** stehet, abzuwägen.

Man fand also für gut, bey dem Teich zu Laas wieder anzufangen; man wußte, daß dieser Teich 16. Franz. Ruthen niedriger war, als das hohe Erdreich im Orleanischen Walde, und 12. Franz. Ruthen niedriger, als der ebene Boden des Schlosses zu Versailles.

Von Laas nach St. Lie stieg man um	5 Fr. R.
Von St. Lie bis la Montjoie stieg man wieder um	2 =
Folglich war der Boden zu la Montjoie höher, als der Teich zu Laas um	7 Fr. R.

Aus dem vorhergehenden aber folget, daß man hätte müssen 12 Franz. Ruthen hoch steigen, um mit Versailles in gleiche Höhe zu kommen; und weil der Teich zu Trape ohngefähr 7 Franz. Ruthen höher ist, als der ebene Boden des Schlosses zu Versailles, so folget, daß man, ohngeachtet der 7 Franz. Ruthen, um welche man schon gestiegen, dennoch ohngefähr um 12 Franz. Ruthen noch niedriger sey, als der Teich zu Trape.

Unterdessen war man sicher, daß man in dem Abwägen über den ganzen Strich Landes, durch welchen man die Wasserleitung, um das Wasser aus der Loire bis an den Ausgang des Orleanischen Waldes zu führen, hätte können durchgehen lassen, herüber gefahren war, und daß vorgemeldeter Ort la Montjoie, welcher an der Landstrasse, die von Orleans nach Paris geht, liegt, der höchste Ort war, den man von dem Teich zu Laas an bis an die Loire finden konnte, wenn man sich nämlich von den Gränzen des Orleanischen Waldes nicht entfernen wollte, sondern immer auf der Seite gegen Paris an denselben fortging.

Was kurz vorher ist gesagt worden, daß nämlich der Boden zu Montjoie 12. Franz. Ruthen niedriger sey, als der Teich zu Trape, gründet sich auf die Abwägungen, welche von Versailles bis nach Seve, von Seve bis nach Corbeil und von Corbeil bis nach Orleans sind gemacht worden. Nun folget, was man durch den geraden Weg von Orleans bis an den Teich zu Trape gefunden hat:

Von la Montjoie bis zu dem Kreutz zu Toury fand man, daß es hinauf ging um =	10. Sch.
Von dem Kreutz zu Toury bis zu dem, welches auf der Landstrasse bey Angerville, Arbouille gegen über, ist, um	10 =
Von itzt besagtem Kreutz bis zur Mühle zu Ovitreville um	16 =
Von der Mühle zu Ovitreville bis zum Ulmenbaum zu Sainville um =	19 =
Von diesem Ulmenbaum bis zur Mühle zu Essarts in der Gegend von Saute-Briere um	68 =
Summe	123. Schuh.

Von eben dieser Mühle aber bis an den Teich zu Trape wurde gefunden, daß man hinunter ging um = =	58. Sch.
Folglich wurde der Teich zu Trape höher gefunden, als der Boden zu la Montjoie um = =	65. Sch.

das macht beynahe 11. Franz. Ruthen, und also etwas mehr, als eine Franz. Ruthe weniger, als man in den vorigen Abwägungen gefunden hatte. Allein obwohl diese letztern Abwägungen durch einen viel kürtzern Weg sind gemacht worden, als die vorigen, so war doch hingegen das Wetter, da man durch die Landschaft **Beauce** durchging, so schlecht, daß, die Wahrheit zu sagen, ein kleiner Irrthum, ohngeachtet aller angewandten Sorgfalt, sich sehr leicht hätte können einschleichen. Es kan aber, wie wir schon gesagt haben, der Unterscheid, wenn er so klein ist, getheilet werden; und was noch mehr ist, so hätte man, wenn die Sache, warum es zu thun war, einen Schein der Möglichkeit gehabt hätte, dieselbe bey besserer Gelegenheit noch einmal untersuchen können, um eine völlige Erläuterung davon zu bekommen. Weil aber alle die Abwägungen, welche man und zwar durch verschiedene Wege, gemacht hatte, augenscheinlich zeigten, daß die Landschaft **Beauce**, bey dem Ausgang des Orleanischen Waldes, nicht nur niedriger war als der Teich zu **Trape**, sondern auch als der ebene Boden des Schlosses zu **Versailles**, so brauchte

man nichts weiter, um zu schliessen, daß es unmöglich wäre, das Wasser aus der **Loire** nach **Versailles** dem Boden des dasigen Schlosses eben zu leiten.

Dieser Erzehlung können wir noch einige andere Abwägungen, die von dem Herrn **Picard**, um **Versailles** herum sind verrichtet worden, beyfügen, um zu zeigen, zu was für einer Genauigkeit man gelangen kan, wenn dieselben auf die oben erklärte Art gemacht werden.

Oben an dem Fluß zu **Bievre**, welchen man sonsten den Fluß **des Gobelins** zu nennen pflegt, waren zwey grosse Ebenen, die eine unterhalb **Trape** und die andere oberhalb **Boisdarcy**, von denen das Wasser durch zwey ziemlich enge Kählen ablief. Diese Kählen konnte man zustopffen, und durch dieses Mittel aus den zwo Ebenen zwey ansehnliche Teiche machen. Es war aber die Frage, ob alsdenn das Wasser dieser Teiche hoch genug seyn würde, um nach dem Schlosse zu **Versailles** geleitet zu werden, und es war um so viel mehr daran gelegen solches wohl zu wissen, weil die

Leitung durch den Berg Sataury durchgehen und deswegen der Berg durchbohret werden mußte.

Nachdem die Oerter zu den Schleussen waren gezeichnet worden, fand Herr Picard, daß der Grund des Teichs zu Trape ohngefähr 15 Schuh höher als die Oberfläche des Wasserkastens, der über der Grotte zu Versailles stehet, und der Teich zu Boisdarcy noch 9 Schuh höher als der zu Trape seyn würde.

Nachdem er diese Abwägungen etliche mal und auf verschiedene Art gemacht hatte, so ward ihm befohlen, den Weg der Leitung aus dem Teich zu Trape, welche bis an den Ort, da man den Berg Sataury durchbohren mußte, unbedeckt gelassen werden sollte, mit Stäben zu zeichnen, und für die ganze Länge dieses Weges, welche sich, wegen der Wälle, um die man herum fahren mußte, ohngefähr auf 4000. Franz. Ruthen belief,

durfte er der Leitung nicht mehr, als 3. Schuh Rösche geben, damit das Wasser so hoch, als möglich war, erhalten würde. Er hatte auch die Leitung aus dem Teiche zu Boisdarcy, welche beynahe um die Hälfte kürzer war, als die vorige, besonders abgezeichnet: man fand aber für gut, beyde mit einander zu vereinigen.

Die Dämme der Teiche wurden aufgeworfen, an der Leitung wurde gearbeitet, und durch den Berg Sataury wurde eine 750 Franz. Ruthen lange Röhre, 14 Franz. Ruthen unter des Berges obersten Fläche, durch geführet, und dieß alles auf das gute Vertrauen hin, welches man zu den Abwägungen gehabt hatte. Sie trafen aber auch zuletzt so genau ein, daß, nachdem der Teich zu Trape mit Wasser war angefüllet worden, und dasselbe in die Leitung oder den Canal konnte hinein dringen, es erfolgte, daß das Wasser vor dem Berg Sataury, wenn es still

stund, 3 Schuh hoch stieg, und also just wie es durch die Abwägungen war bestimmet worden.

Es wird nicht uneben seyn, hier anzumerken, daß, wenn das Wasser in dem Teich zu **Trape** 3 Schuh hoch über der Wasserleitung stehet, und also mit einer Druckung von 3 Schuhen in die Leitung hinein getrieben wird, dasselbe 4 Stunden Zeit zubringe, um mit einer Rösche von 3 Schuhen 4000 Franz. Ruthen weit zu laufen.

Das merckwürdigste aber ist, daß, nachdem die Röhren der Leitung von dem Ort an, da sie anfängt durch den Berg **Sataury** zu gehen, bis oben auf die Grotte zu **Versailles**, alle waren gelegt gewesen, und Seine Königl. Majestät die erste Probe mit diesem Wasser machen liessen, höchst Dieselben das Vergnügen hatten, zu sehen, daß es mit solcher Stärke heraus schoß, daß man dasselbe viel höher hätte können hinauf

bringen, zufolge der Abwägungen, welche deswegen waren gemacht worden; und im Heruntersteigen bezeigten Se. Majestät darüber gegen dem Herrn **Picard** ein vollkommenes Vergnügen.

Wir müssen aber hier auch noch zu wissen thun, daß der Herr **Römer** an den Abwägungen, die um **Versailles** herum sind gemacht worden, einen grossen Antheil hat, indem er sehr oft des Herrn **Picards** seine Stelle, wenn derselbe etwan krank oder sonst wegen anderer Hindernisse abwesend war, vertreten hat.

Kurzer Begriff
von
des Herrn Picard
Ausmessung
der
Erdkugel.

Das Maaß oder die Grösse der Erde wohl zu wissen, hat in der Sternkunde und Erdbeschreibung so grossen Nutzen, daß die meisten Mathematiker, sowohl die alten als die neuen, jeder nach Beschaffenheit des Orts, wo er sich aufhielt, und der Instrumente, welche zu seiner Zeit

gebräuchlich waren, allen Fleißangewandt haben, dieselbe so genau, als es ihnen immer möglich gewesen, zu erforschen; und weil es gewiß ist, daß die Erde eine sphärische Figur hat, so hat man mit der Ausmessung eines ihrer größten Zirkel den Anfang gemacht, und sich bisher mit dem Maaß von einem oder zwey Graden begnüget, um daraus auf den ganzen Zirkel, und folglich auf die ganze Oberfläche der Erde zu schliessen. Unter allen größten Zirkeln aber, welche man auf der Erde hätte zeichnen können, hat man zum Ausmessen jederzeit die Mittagslinie erwählet, weil kein anderer so bequem dazu ist, so wohl die Lage desselben zu finden, als auch die Enden eines Grades genau darauf zu zeichnen.

Weil die Maaße, welche die Alten von der Grösse eines Grades der Mittagslinie uns hinterlassen haben, uns nicht bekannt waren, indem wir diejenigen Maasse nicht haben, deren sie sich zum Ausmessen bedienet, und mit welchen sie die Maaße der Grade verglichen, überdieß auch die Ausmessungen der Neuern nicht mit einander überein kamen, so schien es, als wenn dieses Werk die

Königl. Akademie der Wissenschaften vornehmlich anginge, und sie nichts schöners und wichtigers unternehmen könnte, weil sie unter dem Schutz eines so grossen Monarchen, als der König war, alle Bequemlichkeit hatte, welche man dazu wünschen konnte; sonderlich nachdem die Perpendikeluhren waren erfunden, und die Art, die Ferngläser an die Quadranten fest zu machen, und sich derselben anstatt der Dioptern zu bedienen, bekannt gewesen, als wodurch man die Winkel mit einer viel grössern Genauigkeit, als vorher geschehen war, hat beobachten können.

Als daher Seine Königl. Majestät den Mathematikern dieser Gesellschaft befohlen, an diesem Werke zu arbeiten und allen möglichen Fleiß und Sorgfalt anzuwenden, so erwählten dieselben unter sich den Herrn Picard, welchem sie die Ausführung dieses Werkes auftrugen, und einige Lehrlinge der Akademie zu Gehülfen mit gaben.

Nachdem also das Land von der Gegend um Paris herum an, bis an die Gränzen der Picardie war besichtiget worden, so

wurde dasselbe, weil weder viele Wälder, noch irgend ein hoher Berg darinne war, zu diesem Vorhaben ziemlich bequem, und der Raum zwischen Sourdon und Malvoisine zur Ausführung sehr geschickt befunden; und dies um so viel mehr, weil diese zwey Oerter beynahe unter einer Mittagslinie, und ohngefähr 32. gemeine französische Meilen von einander entfernt liegen, und über dem, vermittelst sehr grosser Dreyecke, und einer genauen Ausmessung dreyer Linien, mit einander können verbunden werden, wie man unten sehen wird.

Es wurden also dreyzehn Stellen ausersehen, aus welchen dreyzehn grosse Dreyecke gezogen wurden.

Die erste Stelle war die Mitte der Mühle zu Ville-Juive.

Die zweyte die Ecke des Pavillons zu Juvisy, welche am nächsten daran steht.

Die dritte die Spitze des Kirchthurms zu Brie-Comte-Robert.

Die vierte die Mitte des Thurms zu Montlehery.

Die fünfte der Gipfel des Pavillons zu Malvoisine.

Die sechste eine lange Stange, welche man oben auf dem Schutte des Thurms zu Montjay zu diesem Ende aufgerichtet.

Die siebende die Mitte des Hügels zu Mareil, worauf man ein Feuer anmachte, um ihn von weitem zu sehen.

Die achte die Mitte des grossen länglichrunden Pavillons des Schlosses zu Dammartin.

Die neunte der St. Samsonsthurm zu Clermont.

Die zehnte die Mühle zu Jonquieres nahe bey Compiegne.

Die eilfte der Kirchthurm zu Coyvrel.

Die zwölfte ein kleiner Baum auf dem Boulogner Berg, nahe bey Montdidier.

Die dreyzehente der Kirchthurm zu Sourdon.

Von der Mühle zu Ville-Juive an bis zum Pavillon zu Juvisy ist eine in gerader Linie gehende Landstrasse. Die Entfernung dieser zwey Oerter wurde für die Grundlinie dieses ganzen Werkes angenommen und zweymahl nach einander abgemessen. Das erste mahl wurde sie 5662. Franz. Ruthen und 5. Schuh, das andere mahl aber 5663. Franz. Ruthen und 1. Schuh lang gefunden, und derowegen 5663. Franz. Ruthen lang geschätzet und angenommen.

Das erste Dreyeck wurde aus den Stellen 1, 2, 3, gezogen, und hatte zur Grundlinie die abgemessene Weite von 1 bis 2, dadurch fand man, daß die Mühle zu Ville-Juive von dem Kirchthurm zu Brie-Comte-Robert 11012. Franz. Ruthen und 5. Schuh, und Brie-Comte-Robert von dem Pavillon zu Juvisy 8954. Franz. Ruthen weit entfernt war.

Das zweyte Dreyeck wurde aus den Stellen 1, 3, 4 gezogen, und hatte zur

Grund-

Grundlinie die bekannte Weite von 1 bis 3, und dadurch fand man, daß Brie-Comte-Robert von Montlehery 13121 Franz. Ruthen und 3. Schuh, und Ville-Juive von Montlehery 9922 Franz. Ruthen und 2. Schuh weit entfernt war.

Das dritte Dreyeck wurde aus den Stellen 3, 4, 5 gezogen, und hatte zur Grundlinie die bekannte Weite von 3. bis ,4 und da fand man, daß Montlehery von Malvoisine 8870. Franz. Ruthen und 3 Schuh, und Brie-Comte-Robert von Malvoisine 12389. Franz. Ruthen und 3. Schuh weit entfernt war.

Das vierte Dreyeck wurde aus den Stellen 3, 4, 6, gezogen, und hatte zur Grundlinie die bekannte Weite von 3 bis 4, und dadurch fand man daß Montlehery von dem Thurm zu Montjay 21658. Franz. Ruthen weit entfernt war.

Das fünfte Dreyeck wurde aus den Stellen 4, 6, 7, gezogen, und hatte zur Grundlinie die bekannte Weite von 4 bis 6, und dadurch fand man, daß Montlehery von dem Hü-

gel zu Mareil 25643. Franz. Ruthen, und der Hügel zu Mareil von dem Thurm zu Mantjay 12963. Fr. Ruthen und 3 Schuh weit entfernt war.

Das sechste Dreyeck wurde aus den Stellen 4, 5, 7, gezogen, und hatte zwey schon bekannte Seiten, nämlich von 4 bis 5, und von 4 bis 7, und dadurch fand man, daß Malvoisine von dem Hügel zu Mareil 31897. Franz. Ruthen weit entfernt war.

Eben dieses Dreyeck wurde hernach durch andere Observationen noch abgemessen, welche mit obigem völlig übereinkamen.

Das siebente Dreyeck wurde aus den Stellen 6, 7, 8, gezogen, und hatte zur Grundlinie die bekannte Weite von 6 bis 7, und dadurch fand man, daß der Hügel zu Mareil von Dammartin 9695. Franz. Ruthen weit entfernt war.

Das achte Dreyeck wurde aus den Stellen 7, 8, 9, gezogen, und hatte zur Grundlinie die bekannte Weite von 7 bis 8, und dadurch fand man, daß der Hügel zu Ma=

reil von dem St. Samsonsthurm zu **Clermont** 17557 Franz. Ruthen, und **Clermont** von **Dammartin** 21037. Franz. Ruthen weit entfernt war.

Das neunte Dreyeck wurde aus den Stellen 8, 9, 10, gezogen, und hatte zur Grundlinie die bekannte Weite von 8 bis 9; und dadurch fand man, daß der St. Samsonsthurm zu **Clermont** von der Mühle zu **Jonquieres** 11678. Franz. Ruthen weit entfernt war. Durch andere Observationen aber wurde eben diese Weite 11683. Franz. Ruthen groß gefunden, welche der vorigen, vieler Ursachen wegen, vorzuziehen ist.

Das zehnte Dreyeck wurde aus den Stellen 9, 10, 11, gezogen, und hatte zur Grundlinie die bekannte Weite von 9 bis 10, und dadurch fand man, das **Jonquiere** von **Coyvrel** 11188. Franz. Ruthen und 2. Schuh, und **Coyvrel** von **Clermont** 11186. Franz. Ruthen und 4 Schuh weit entfernt war.

Das eilfte Dreyeck wurde aus den Stellen 10, 11, 12, gezogen, und hatte zur Grund-

linie die bekannte Weite von 10 bis 11, und dadurch fand man, daß der Kirchthurm zu **Coyvrel** von dem Baum oben auf dem Boulogner Berg 6036. Franz. Ruthen und 2 Schuh weit entfernt war.

Das zwölfte Dreyeck wurde aus den Stellen 11, 12, 13, gezogen, und hatte zur Grundlinie die bekannte Weite von 11 bis 12, und dadurch fand man, daß der Baum auf dem Boulogner Berge von dem Kirch-Thurm zu **Sourdon** 10691. Franz. Ruthen weit entfernt war.

Das dreyzehnte Dreyeck wurde aus den Stellen 9, 11, 13, gezogen, und hatte zwey schon bekannte Seiten, nämlich von 9 bis 11 und von 11 bis 13, und dadurch fand man, daß **Sourdon** von dem St. Samsons-thurm zu Clermont 18905 Franz. Ruthen weit entfernt war.

Die drey vornehmsten Linien, welche durch die Berechnung dieser Dreyecke uns sind bekannt worden, sind die von **Malvoisine** bis an den Hügel zu **Mareil**, von 31897

Franz. Ruthen, die vom Hügel zu Mareil bis zu St. Samson zu Clermont, von 17557. Franz. Ruthen, und denn die von St. Samson zu Clermont bis nach Sourdon, von 18905 Franz. Ruthen. Und diese drey Oerter befinden sich beynahe unter einer Mittagslinie, wie wir nachher sehen werden.

Im Jahr 1669. ging man im September auf den Hügel zu Mareil, an den Ort, wo man das Feuer angezündet hatte, damit diese Stelle von den andern deutlich konnte gesehen werden. Von da sahe man Malvoisine auf der einen und Clermont auf der andern Seite. Daselbst wurde der mit seinen zweyen Ferngläsern versehene Quadrant senkrecht auf seinen Fuß gestellet, so daß er, ohne seine senkrechte Stellung zu verlieren, ein wenig auf die eine oder die andere Seite gewandt werden, und weil, das eine an dem Quadranten fest gemachte und unbewegliche Fernglas immer in seiner horizontalen Richtung blieb, das andere bewegliche Fernglas höher oder niedriger gerichtet werden konnte. Verschiedene Versuche hatten gezeiget, daß

dieses alles auf solche Art bewerkstelliget werden konnte.

Als nun der Quadrant in diese Stellung war gebracht worden, so verfolgte man den Polarstern mit dem beweglichen Fernglase, durch eine kleine Wendung des Quadranten, bis zu seiner größten Entfernung von dem Pol. Da man aber versichert war, daß dieser Stern in seiner grösten Entfernung war, weil man sah, daß er sich eine ziemlich lange Zeit verweilte, ohne von dem senkrechten Faden des Fernglases abzuweichen, so ließ man das Instrument in dieser Stellung, die ganze Nacht über, unbeweglich stehen, und des andern Morgens frühe beobachtete man mit dem unbeweglichen Fernglase den Punct am Horizont, welcher durch den Durchschnittspunct seiner Faden bedecket wurde. Dieser Punct bestimmte also den Verticalzirkel des Polarsterns in seiner größten Entfernung. Diese Arbeit wurde etliche mahl wiederholet, damit man der Sache desto sicherer wäre.

Der Polarstern war damals in seiner östlichen Entfernung, und die Linie, welche von dem Hügel zu **Mareil** nach Cler-

mont ging, machte mit der, welche von eben diesem Ort nach dem am Horizont bemerkten Punct ging, einen Winkel gegen Osten von 4° 55'. Aber die Entfernung des Polarsterns vom Pol war damals 2° 28' und die scheinbare Polhöhe von dem Hügel zu Mareil ist, wie hernach gefunden wurde, 49° 5'. Folglich machte der Verticalzirkel des Polarsterns, da er in seiner größten Abweichung war, mit der Mittagslinie einen Winkel von 3° 46'. Blieben also noch 1° 9' um welche die Spitze des St. Samsonsthurms zu Clermont, in Ansehung des Hügels zu Mareil, westwärts von Norden entfernt stund. Weil man aber beobachtet hatte, daß die von dem Hügel zu Mareil gegen St. Samson zu Clermont, und gegen den Pavillon zu Malvoisine gezogene Linien einen Winkel gegen Westen von 178° 25' machten, so folget daraus daß, wenn noch 1° 9' dazu gethan werden, der Winkel welchen die von Norden nach Mareil und von Mareil nach Malvoisine gezogene Linien gegen Westen mit einander machen, 179° 34' groß werde gefunden werden, und folglich Malvoisine in Ansehung des Hügels zu Mareil 26' westwärts von Süden entfernt stehen müsse.

Im Jahr 1670 that man, im October, zu **Sourdon** alles dasjenige, was man auf dem Hügel zu **Mareil** gethan hatte: aber mit diesem Vortheil, daß man, weil der Polarstern bald nach der Sonnen Untergang in seiner größten Abweichung war gefunden worden, die Objecte am Horizont durch das am Instrument unbewegliche Fernglas noch unterscheiden, und den Punct am Horizant, in welchem der Vertikalzirkel des Polarsterns ihm begegnet, gleich bestimmen konnte, und also nicht nöthig hatte, das Instrument die ganze Nacht über stehen zu lassen. Da dieses etliche mahl war wiederholet worden, so fand man, daß die Linie, welche von **Sourdon** nach Clermont geht, um 2° 9′ 10″ ostwärts von Süden abwich.

Wenn man nun setzet, daß die Mittagslinie, welche durch **Sourdon** gehet, gegen Süden bis an den Parallelzirkel von **Malvoisine** ausgezogen, und durch zwey, die eine von **Clermont**, und die andere von dem Hügel zu **Mareil**, darauf geführte Perpendicularlinien in drey Theile getheilet sey, so findet man für die Länge der von **Clermont** auf die Mittagslinie von

Sourdon gezogene Perpendicularlinie 710. Franz. Ruthen, und für den zwischen Sourdon und dieser Perpendicularlinie enthaltenen Theil dieser Mittagslinie 18893. Franz. Ruthen und 3 Schuh. Desgleichen für die Länge der von Mareil auf die Mittagslinie von Sourdon gezogenen Perpendicularlinie 1062. Franz. Ruthen, und für den zwischen dieser und der andern von Clermont ausgezogenen Perpendicularlinie enthaltenen Theil dieser Mittagslinie 17560. Franz. Ruthen 3. Schuh. Und wenn endlich von Malvoisine aus auch eine Perpendicularlinie auf eben diese Mittagslinie von Sourdon gezogen wird, so wird dieselbe 820. Franz. Ruthen und 3 Schuh, und der zwischen dieser und der vom Hügel zu Mareil aus gezogenen Perpendicularlinie enthaltene Theil dieser Mittagslinie 31894. Franz. Ruthen lang gefunden, Folglich ist der ganze Bogen dieser Mittagslinie, von Sourdon an, bis zu der von Malvoisine darauf gezogenen Perpendicularlinie 68347. Franz. Ruthen und 3. Schuh lang.

Auf der Treppe des Thurms zu U. L. F. in Paris, der gegen Mittag stehet, ist ein Schilderhäuschen, dessen Lage man in Ansehung der andern Stellen, aus welchen obige Dreyecke zur Ausmessung der Mittagslinie sind gezogen worden, genommen hat, und da hat man gefunden, daß die von diesem Schilderhäuschen an auf die Mittagslinie von Sourdon, welche in Ansehung seiner zur Seite gegen Osten vorbey ging, gezogene Perpendicularlinie 1830. Franz. Ruthen lang, und diese Perpendicularlinie von der, welche von dem Hügel zu Mareil auf eben dieselbe Mittagslinie war gezogen worden, 12518 Franz Ruthen weit entfernt war.

Nachdem also die Lage der Mittagslinie, welche durch Sourdon gehet, war bestimmet, und ihre Länge von Sourdon an bis an den Parallelzirkel von Malvoisine gemessen worden, so war weiter nichts, als den Unterscheid der Polhöhen dieser zwey Oerter mehr zu wissen, nöthig, um daraus die Länge eines Grades schliessen zu können. Der Quadrant, mit welchem die Winkel der Dreyecke waren abgemessen worden, hatte einen Halbmesser von 3

Schuhen und 2 Zollen. Man hielt aber für dienlich, zur Abmessung der Polhöhen ein grösseres Instrument zu gebrauchen, um den Unterscheid der nordlichen Breite der zwey abgemessenen Oerter desto genauer zu bekommen. Daher wurde ein Stück eines Zirkels, dessen Halbmesser 10 Schuh lang war, dazu gebraucht, welches, gleichwie der Quadrant, mit Ferngläsern, anstatt gemeiner Ziellöcher, oder Dioptern, versehen war.

Hierauf erwählte man den Stern, der in dem Knie der **Cassiopea** ist, um seine Lage in Ansehung des **Zeniths** oder Scheitelpunctes mit dem grossen Instrument, welches man vorher geprüfet hatte, zu erforschen, und fand im September 1670, zu **Malvoisine**, an einem Ort, der 18 Franz. Ruthen besser gegen Mittag lag, als das Pavillon, daß der zwischen dem Scheitelpunct und obgedachtem Stern, gegen Norden, enthaltene Bogen der Mittagslinie 9° 59′ 5″ groß war. Zu **Sourdon** aber wurde, im September und October, in dem Priesterhause, welches 65. Franz. Ruthen weiter gegen Mitternacht lag, als die Kirche, gefunden, daß der zwischen

dem Scheitelpunct und eben diesem Stern gegen Norden enthaltene Bogen der Mittagslinie nur 8° 47′ 8″ austrug; woraus folget, daß der Unterscheid der nordlichen Breite zwischen **Malvoisine** und **Sourdon** 1° 11′ 57″ seyn muß. Weil aber der Stern weder mitten auf dem Pavillon zu **Malvoisine**, noch auf dem Kirchthurm zu **Sourdon** ist beobachtet worden, so musten zu der, für den zwischen **Sourdon** und dem Parallelzirkel von **Malvoisine** enthaltenen Bogen der Mittagslinie, gefundenen Grösse von 68347, Franz. Ruthen und 3. Schuhen, die 18. und 65. Franz. Ruthen noch hinzugethan werden, und also bekömt man 68430. Franz. Ruthen und 3. Schuh für einen Bogen von 1° 11′ 57″ woraus man geschlossen, daß 57064. Franz. Ruthen und 3. Schuh einen Grad ausmachen.

Eine andere Observation aber, welche zu **Amiens** vermittelst noch einiger anderer Dreyecken ist gemachet worden, hat uns veranlasset, daß wir die Grösse eines Grades auf 57060. Franz. Ruthen bestimmt haben.

Nach diesem Maaß beläuft sich also

Der Durchmesser der Erde auf = =	6538594.	Fr. R.
Der Halbmesser auf =	3269297	=

Verhältniß einiger ausländischen Maaße gegen das Französische.

Die Französische Ruthe wird in 6 Französische oder Pariserschuh abgetheilet, oder wenn einer dieser Schuhe wieder eingetheilet wird in 1440. gleiche Theile, so enthält.

*) Der Rheinländische oder Leidner Schuh = . = 1391 $\frac{1}{5}$

*) Das Berlinische Maaß kömmt mit dem Rheinländischen vollkommen überein. Der Rheinländische Schuh wird, gleichwie der Französische, in 12. Zoll und der Zoll in 12. Linien getheilet. Es sind aber die Rheinländischen Schuh, Zoll und Linien kleiner, als die Französischen, wie aus obiger Verhältniß zu ersehen ist: hingegen ist die Französische Ruthe viel kleiner, als die Rheinländische, weil auf jene nur 6. Französische, auf diese aber 12. Rheinländische Schuh genommen werden.

Der Londonisch Schuh	=	1351⅓
Der Bologneser Schuh	=	1682
Die Florentiner Elle zu Leiden		2580

Man hat sich derohalben bey dem Wasserwägen wohl in Acht zu nehmen, daß man nicht ein Maaß für das andere, Rheinländische Ruthen z. E. für Französische, nehme, oder sie miteinander verwechsele, als wodurch man sonst in grösse Irrthümer gerathen würde, sonderlich in Bestimmung der Erhöhungen der scheinbaren Horizontallinie über die wahre. Wir können derowegen hier nicht unangemerkt lassen, daß die im Anfang dieses Werkes gegebene Tabelle einzig und allein auf Französische Ruthen gerichtet sey; so oft also die zwischen den zwey Abwägungspuncten enthaltene Weite mit der Rheinländischen Ruthe ausgemessen wird, so kan obige Tabelle nicht mehr gebraucht werden: es wäre denn, daß man allemahl vorher berechnen wollte, wie viel Französische Ruthen die gefundene Anzahl Rheinländischer ausmachen. Weil aber eine solche Rechnung einigen beschwerlich fallen würde, und diese Uebersetzung hauptsächlich denjenigen zum Besten ist gemacht worden, welche, in Sr. Königl. Majestät Ländern einige Abwägungen zu verrichten haben, so haben wir zu Ende dieses Werkes noch eine andere Tabelle beygefüget, und selbige nach Rheinländischem Maaß eingerichtet.

Die Größe eines Grades von einem größten Zirkel der Erdkugel, nach dem Maaß verschiedener Länder.

Französische Ruthen	57060
Bologneser Schritte	58620
Rheinländische Ruthen	29556
Kleine Französische Meilen von 2000 Franz. Ruthen	$28\frac{1}{4}$
Mittelmäßige Französische Meilen von ohngefähr 2282. Fr. Ruthen	25
Seemeilen von 2853. Fr. Ruthen	20
Englische Meilen von 5000. Schuh jede	$73\frac{7}{200}$
Florentiner Meilen von 3000. Ellen	$63\frac{7}{20}$
Deutsche Meilen von $1970\frac{2}{5}$ Rheinländische oder 3804 Franz. Ruthen	15

Umkreis der Erdkugel.

Französische Ruthen	=	20541600
Mittelmäßige Franz. Meilen	=	9000
Seemeilen	= =	7200
Rheinländische Ruthen	=	10640160
Deutsche Meilen	= =	5400

Tabelle,

welche

den Werth eines in Minuten und Secunden abgetheilten Grades, von einem größten Zirkel der Erdkugel anzeiget.

Sec.	Fr. Ruth.	Min.	Fr. Ruth.
1	16	1	951
2	32	2	1902
3	48	3	2853
4	63	4	3804
5	79	5	4755
6	95	6	5706
7	111	7	6657
8	127	8	7608
9	143	9	8559
10	158½	10	9510
20	317	20	19020
30	475½	30	28530
40	634	40	38040
50	792½	50	47550
60	951	60	57060

Es wird nun nicht schwer seyn, den Unterscheid der Polhöhen derjenigen Oerter zu finden, von denen wir oben die Weiten auf der Sourdonischen Mittagslinie gegeben haben. Man darf nemlich nur alle diese Weiten, nach dem in vorhergehender Tabelle gefundenen Werth in Minuten und Secunden verwandeln.

Unterscheid der Polhöhen.

Zwischen Malvoisine und	Dem Observatorio in Paris	19′22″
	U. L. F. in Paris	20.22.
	Mareil =	33.32.
	Clermont =	52. 0.
	Sourdon =	71.52.
	U. L. F. zu Amiens	82.58.

Auf dem Observatorio in Paris ist die scheinbare Polhöhe durch eine grosse Anzahl Observationen 48° 51′ 10″ hoch angegeben worden. Man hat aber angenommen, daß die Stralenbrechung in dieser Höhe die Objecte eine Minute er=

höhe, und derowegen ist die wahre Polhöhe für das Observatorium zu Paris auf 48° 50′ 10″ festgesetzet worden.

Wahre Polhöhe.

Von Malvoisine	=	48° 30′ 48″
Vom Observatorio zu Paris		48.50.10.
Von U. L. F. in Paris		48.51.10.
Von Mareil	= =	49. 4.20.
Von Clermont	=	49.22.48.
Von Sourdon	=	49.42.40.
Von U. L. F. zu Amiens		49.53.46.
Von Berlin	= =	52.31.20
Von Königsberg	=	54.43. 0
Von Stettin	= =	53.29. 0
Von Magdeburg	= =	52.23. 0
Von Cleve	= =	51.49. 0
Von Breßlau	= =	51. 7. 0

Diejenigen, welche Lust haben, die Dreyecke, deren wir uns zu dieser Ausmessung bedienet haben, auf ein Papier zu zeichnen, werden es ganz leicht thun können, weil das Maaß aller der Seiten dieser Dreyecke oben ist gegeben worden; es ist aber auch die Figur nebst der ganzen Berechnung in dem grossen Werke von der Ausmessung der Erdkugel, von welchem dieses nur ein Auszug ist, zu finden.

Aus unserer obigen Erzählung von der Ausmessung eines Grades der Mittagslinie kan man ersehen, daß es nicht möglich gewesen wäre, mehrere Sorgfalt anzuwenden, oder grössere Genauigkeit zu beobachten, als wir gethan haben. Ueberdieß war das Instrument, dessen man sich zur Beobachtung der Höhen der Fixsterne bediente, groß und wohl eingetheilet: dessen ohngeacht aber kan man auf ohngefähr 4. Secunden dennoch nicht sicher seyn, weil ein kleiner Irrthum sich auf verschiedene Art ohnvermerkt einschleichen kan, entweder bey der

Observation selbst, die gemacht wird, die Höhen der Sterne abzumessen, oder bey der, die vorhin ist gemacht worden, um das Instrument zu prüfen, und in richtigen Stand zu stellen, oder auch endlich durch die auf dem Instrument gezeichnete Eintheilung selbst, es mag auch alles so genau gemacht zu seyn scheinen, wie es will. Aus dieser Ursache bleibt man allzeit in einer Ungewißheit von mehr als 60. Französischen Ruthen auf einen Grad, welchen wir 57060. Französische Ruthen groß bestimmt haben, wenn man auch schon sonsten wegen dem Maaß der Dreyecke, durch welche wir gefunden haben, wie weit die Oerter von einander entfernt sind, vollkommen sicher wäre. Es ist zwar ein solcher Irrthum für einen einzelnen Grad nicht sonderlich groß, er wird es aber, wenn man den ganzen Umkreis der Erdkugel darnach berechnet, weil er alsdenn 360. mal wiederholet wird, und es ist kein Mittel ihm auszuweichen, es wäre denn, daß man einen grössern Bogen der Mittagslinie ausmäße, da-

mit, wenn alsdenn die Observation an beyden Enden dieses Bogens gemacht wird, der Irrthum, in welchen man gerathen könnte, auf seine ganze Länge sich erstrecke, und vertheilt werde, so daß, wenn man z. E. zehen Grade anstatt eines einzigen abmäße, der Irrthum von 60. Franz. Ruthen, welchen man begehen könnte, nicht mehr als 6. Franz. Ruthen auf einen Grad austragen würde; welcher kleine Irrthum wenig zu bedeuten hätte.

Da Se. Königliche Majestät beschlossen hatten, daß man diese Arbeit von der Ausmessung der Erdkugel so weit zur Vollkommenheit bringen sollte, als es immer möglich wäre, befahlen Höchstdieselben im letzt verwichenen Jahr den Mathematikern der Königlichen Akademie der Wissenschaften, das angefangene Unternehmen fortzusetzen, und die Mittagslinie, die durch das Observatorium zu Paris mitten durchgehet, gegen Mittag und gegen Mitternacht bis an die Gränzen des Königreichs auszuziehen.

Es ist auch diese Arbeit für ein einziges Jahr schon sehr weit gebracht worden, und man hat Ursache zu hoffen, daß Se. Königliche Majestät in kurzem die letzte Hand daran werden legen lassen.

E N D E.

Damit dieses Werk in Königl. Preussischen Landen mit desto grösserem Nutzen und mehrerer Bequemlichkeit kan gebraucht werden, haben wir nachstehende Tabellen anzuhängen für gut befunden.

Tabelle,

welche den Werth eines in Minuten und Secunden abgetheilten Grades von einem größten Zirkel der Erdkugel anzeiget.

Auf Rheinländisch Maaß gerichtet.

Sec.	Rheinl. Ruth.	Min.	Rheinl. Ruth.
1	8	1	492½
2	16½	2	985
3	24½	3	1478
4	33	4	1970
5	41	5	2463
6	49	6	2955½
7	57½	7	3448
8	66	8	3941
9	74	9	4433
10	82	10	4926
20	164	20	9852
30	246	30	14778
40	328	40	19704
50	410½	50	24630
60	492½	60	29556

Tabelle,

welche anzeiget,

wie weit sich die scheinbare Horizontallinie über die wahre erhebet, bis auf eine Weite von 4000. Rheinländ. Ruthen.

Weiten.	Erhöhungen.		
Rheinl. Ruthen.	Schuh.	Zoll.	Linien.
50	0	0	1¼
100	0	0	5
150	0	0	11½
200	0	1	8½
250	0	2	8
300	0	3	10
350	0	5	2½
400	0	6	9½
450	0	8	7¼
500	0	10	7½
550	1	0	10
600	1	3	4
650	1	6	0

Rheinl. Ruthen.	Schuh.	Zoll.	Linien.
700	1	8	10
750	1	11	11
800	2	3	2
850	2	6	8½
900	2	10	5
950	3	2	4
1000	3	6	6
1250	5	6	5
1500	7	11	7½
1750	10	10	2½
2000	14	2	0
2500	22	1	8
3000	31	10	8
3500	43	4	10
4000	56	8	3

J. H. Lamberts
Beyträge
zum
Wasserwägen.

I.

Was das Wasserwägen besonders auf sich hat.

§. 1. Die practische Geometrie hat sich nach Anleitung der menschlichen Bedürfnisse in einige besondere Theile zerfällt, welche von den gewöhnlichen Eintheilungen der Meßkunst gewisser maassen abgehen, und sich auch in Ansehung der Benennungen besonders auszeichnen. Die theoretische Meßkunst beschäftigt sich überhaupt mit Winkeln, Linien, Flächen und körperlichen Räumen, und nach diesen ist sie auch, so fern sie sich abtheilen läßt, ab-

getheilt worden. Die Namen Longimetrie, Planimetrie, Stereometrie, und noch einige andere sind in dieser Absicht bekannt. Alles dieses ist überhaupt betrachtet blos theoretisch. Die Ausübung selbst aber richtete sich nach den Bedürfnissen, und nahm daher auch einen ganz andern Weg. Ihre Benennungen sind aus eben dem Grunde mehr empirisch. Die Geschichte gibt, daß man mit der Planimetrie den Anfang machte. Den Egyptiern schwemmte der Nil die Zeichen ihrer Felder weg, und so mußten sie auf Mittel denken, jedem sein Feld wiederum nach dessen Lage und Grösse anzuweisen. Dadurch wurde die Theorie veranlaßt, und in kurzer Zeit ungleich weiter getrieben, wiewohl man den empirischen Namen Geometrie oder Erdmeßkunst beybehielt, und noch einige andere speciellere aufbrachte, worunter das **Landmessen**, **Feldmessen**, *Arpentage* &c. recht sehr empirisch sind. Den andern Anlaß bothen die Bergwerke an, wo man genöthigt war auf das zu denken, was man **Markscheiden** nennt. Dabey sind nun auch die Kunstwörter, **Dohnlege**, **Seigerteufe**, **Sohle**, **Abteufen**, **zu Tage bringen**, **Oerterung**, **Stunden** rc.

so durchaus empirisch, daß man klar sieht, daß die ersten Markscheider in Deutschland ihr ganzes System selbst erfunden, und von der Meßkunst, welche ihnen andere Namen dargebothen hätte, nichts gewußt haben. Dieses war nun der zweyte Theil der practischen Meßkunst. Der dritte wurde bey dem **Festungsbau** veranlaßt. Um zu finden, ob die aus dem Graben genommene Erde zu den Wällen, Ravelinen rc. zureiche, mußte man von beyden den körperlichen Inhalt ausrechnen. Eben dieses wurde auch hin und wieder in der bürgerlichen und Kriegsbaukunst erfordert, und so entstand das *Toisé*, ein empirisches Wort, welches man im deutschen durch **Ausklaftern** geben müßte, wenn eine besondere Benennung dabey nöthig wäre. Man darf übrigens solche Wörter nur erklären, und so wird, wer die Geometrie auch nur mittelmäßig gelernt hat, sogleich finden, daß die Sache geheimnisreicher scheint, als sie wirklich ist, und daß es unnöthig ist, viel Wesens daraus zu machen. Die Erfindung des Compasses hat bey der Schiffahrt noch einen Theil der practischen Geometrie veranlaßt, welcher ohne Zweifel voller empirischer

Kunstwörter seyn würde, wenn die völlige Erfindung nicht mehr Theorie erfordert hätte, als die Steuerleute damals haben konnten. Dadurch fiel die Sache in die Hände der Theoretiker, und erhielt eine wissenschaftlichere Gestalt. Hingegen, wo man bey Wasserleitungen zu finden hatte, ob das Wasser von einem Orte zum andern geleitet werden konnte, da entstunde der empirische Name des **Wasserwägens** und der **Wasserwage**, welcher ganz was anders bedeutet, als es die Etymologie angiebt. Eben dadurch aber erhielt die Sache ein Geheimnisreiches Ansehen, und man konnte desto mehr Wesens daraus machen. Der Erfolg bey allen diesen Theilen der practischen Geometrie ist, daß wo die empirische Namen einmal Mode sind, sie beybehalten werden müssen, wenn man denen Leuten, die damit umgehen, verständlich seyn und mit ihnen fortkommen will.

§. 2. Indessen wird es nicht unnütze seyn, wenn ich hier, wo vom Wasserwägen die Rede ist, etwas genauer untersuche, was die Sache eigentlich auf sich hat. Die erste Veranlassung dazu waren die Wasserleitungen,

gen, und damit scheint das Wasserwägen mit unter die ältesten Erfindungen zu gehören, die aber in den ersten Zeiten, wo man die Erde als eine platte Ebene oder grosse Terrasse ansahe, und wo man sich mit sehr unvollkommenen Werkzeugen begnügte, sehr unvollkommen seyn mußte. In diesem unvollkommenen Stande finden wir sie noch bey Vitruv. Er erwähnt einiger damals üblichen Wasserwagen, beschreibt diejenige die er für die beste hält, macht sich den Einwurf, ob nach des Archimedes Lehre von der Ründung der Erde und der Wasserflächen, nicht auch das Wasserwägen anders vorgenommen werden müsse, begnügt sich aber zu antworten, daß dieses den Gebrauch seiner Chorobata nicht aufhebe. Dieses Instrument besteht nach Vitruven aus einem 20 Fuß langen Linial, an dessen beyden Enden zween Aerme herunterwerts befestigt sind. An diesen hängt ein Senkbley, dessen Faden auf eine genau gezogene Linie treffen muß, wenn das Linial wagrecht seyn soll. Für windigtes Wetter, räth er an, oben in das Linial eine Krinne einzuschneiden, die 5 Fuß lang, 1 Zoll breit, ½ Zoll tief seyn solle. Diese wird mit Wasser gefüllt, welches an beyden Enden gleich hoch

steht, wenn das Linial wagrecht ist. Der Hauptumstand, so von der Ründung der Erde abhängt, war vielleicht dem Vitruve nicht recht bekannt. Und wenn er ihm auch ganz wohl bekannt war, so konnte er ihm dennoch nicht abhelfen, weil die wahre Grösse der Erde damals noch nicht zuverläßig bestimmt war. **Snellius** hatte hiezu im Anfange des vorigen Jahrhunderts einen guten Grund gelegt, es scheint aber, es seye dem **Picart** aufbehalten gewesen, die Grösse der Erde bey dem Wasserwägen mit in die Rechnung zu ziehen, die Wasserwagen selbst durch die dabey angebrachten Fernröhren zu verbessern, und wichtige Proben im Grossen zu zeigen. Alles dieses brachte seinem Traité du nivellement, welcher 1684 heraus kam, den Credit zuwegen, den dieses Werkchen bisher erhalten hat.

§. 3. Das Wasserwägen ist seiner ersten Veranlassung zu folge kein Gegenstand einer blossen Neugierde, und eben so kann man sich dabey auch nicht immer mit einem quam proxime oder **beynahe** begnügen. Es soll entscheiden, ob das Wasser von einem Orte zum andern geleitet werden könne,

und oft sind die beyden Oerter viele Meilen weit von einander entlegen. Der erstere muß nothwendig **höher** liegen, damit das Wasser von da an abfliessen könne, es seye, daß es durch Röhren oder in offenen Canälen geleitet werde. Dieses fordert mehrentheils beträchtliche Arbeit und Unkosten, und öfters kömmt es auf wenige Fuß Unterschied in der Höhe an. Irrt man sich hierinn beym Abwägen des Wassers, so hat die Sache, wenn der wirkliche Erfolg unglücklich ausfällt, verdrießliche und schimpfliche Folgen für den, der seinem Abwägen zuviel zugetraut, und die Sache als möglich angegeben hatte. Man wird daher in der practischen Geometrie nicht leicht einen Fall finden, wo eine äusserste Genauigkeit so unvermeidlich nothwendig ist, als beym Wasserwägen. Ein Beyspiel mag dieses erläutern. **Picart** hatte die Grösse eines Grades des Mittagskreises ausgemessen. Man maaß nachgehends eben den Grad wiederum. **Maupertuis** fand ihn in die 120 Klafter, andere 30 und mehr Klafter grösser. **Maupertuis** selbst maaß in Lappland einen Grad durch verschiedene Reihen von Triangeln, und brachte Producte heraus,

die bis auf 100 Klafter von einander abgiengen. Man tröstete sich so gut man konnte, damit, daß die Instrumente und andere Umstände keine grössere Genauigkeit zuliessen. Aber laßt uns nun den Fall setzen, daß man 15 deutsche Meilen oder einen Grad weit, eine Wasserleitung anzulegen habe, und ehe man ein so kostbares Werk unternimmt, durch das Nivelliren sich zuerst von der Möglichkeit versichern wolle. Ist das Wasser an dem Orte, wo es soll hergeleitet werden, nur um einige Fuß höher, als an dem Orte, wo es hingeleitet werden soll, so ist die Leitung möglich. Ist es hingegen an ersterm Orte auch nur um eine Linie und noch weniger niedriger, so geht es auch nicht an. Es ist klar, daß man sich hier mit einer Ungewißheit von 30, 60, bis 100 Klafter nicht so einschläfern kann, wie bey der Bestimmung eines Grades des Mittagskreises. Der hier gesetzte Fall von einer in die 15 Meilen langen Wasserleitung kömmt in der Picartschen Abhandlung wirklich vor. Es ist der Fall, wo der berühmte Riquet das Wasser aus der Loire bey Briare nach Versailles leiten wollte. Briare ist von Versailles über einen Grad entfernt. Das

Abwägen des Wassers wurde zweymal vorgenommen, und die Abmessungen waren nur um $1\frac{1}{2}$ Klafter oder 9 Fuß von einander verschieden. Man kann aber nicht wohl absehen, daß das Abwägen des Wassers an und für sich genauer seyn sollte, als die Ausmessung der Triangel bey den Graden der Mittagslinie. Und so müßte man beyde von Picart vorgenommene Abwägungen als gleich unzuverläßig ansehen, oder wenn sie richtig sind, so muß man es seiner Sorgfalt und Geschicklichkeit zutrauen, daß auch seine Ausmessung eines Grades des Mittagscirculs eine grössere Zuverläßigkeit hat, als man in den folgenden Zeiten hat zugestehen wollen.

§. 4. Wir sehen hieraus überhaupt so viel, daß es bey dem Wasserwägen nicht bloß darauf ankommt, die Höhe eines Orts über den andern auszumessen, sondern daß dieses mit einer Genauigkeit geschehen muß, die der Sache eigen ist, und etwas absolutes an sich hat. Man läßt nemlich bey den meisten andern Ausmessungen bey grössern Distanzen auch grössere Grade von Unzuverläßsigkeit gelten, und sieht daher einen Fehler

von einem Fuß, auf 1000, 10000 ꝛc. Fuß weit, für viel unbeträchtlicher an, als auf 100 oder weniger Fuß weit. Bey dem Wasserwägen ist dieses ganz anders. Der Fehler von einem Fuß in dem Unterschiede der Höhe zweyer Oerter ist zwar für grössere Entfernungen viel möglicher. Er wird aber nicht nach der Entfernung geschätzt. Und wenn die beyden Oerter in der That nur um einen Fuß in der Höhe verschieden sind, so kömmt alles auf diesen einigen Fuß an, die Oerter mögen so viel oder so wenig von einander abgelegen seyn, als man immer will. Wäre hingegen der eine Ort um 30, 60, 100 Fuß höher als der andere, so ist klar, daß eine Unzuverläßigkeit vou einem Fuß auch weniger zu sagen hat. Man sieht hieraus, daß es bey dem Wasserwägen mehr als sonst irgendwo nöthig ist, sich von dem Grade der Zuverläßigkeit zu versichern. Die Wasserleitungen sind kostbar, und lassen sich weder auf ein Ungewisses noch für die lange Weile vornehmen.

§. 5. Ich werde daher eben diesen Grad der Zuverläßigkeit zum wesentlichsten Augenmerke bey den folgenden Untersuchungen

machen, und daher auch solche Umstände betrachten, die in jeden andern Absichten unerhebliche Kleinigkeiten seyn würden, die es aber bey dem Wasserwägen, wo zuweilen alles auf einige wenige Zolle ankömmt, nicht sind. Dessen unerachtet werde ich mich eben nicht auf den Gebrauch des Wasserwägens bey Wasserleitungen allein einschränken, sondern auch denen Fällen Raum lassen, wo man sich mit der blossen Neugierde und daher auch mit einem im weiteren Verstande genommenen **beynahe** begnügt. Das Horazische: qui miscuit utile dulci, kann demnach auch hier zur Regel dienen. In dieser Absicht gebe ich der Aufgabe vom Wasserwägen diejenige Ausdehnung, die sie in der practischen Geometrie überhaupt hat, nemlich überhaupt die Höhe eines Orts über den andern zu finden. So allgemein muß sie meistens auch beym Nivelliren genommen werden, weil man sehr oft Berg auf und ab zu nivelliren hat.

II.

Von natürlichen Wasserwagen, in Gegensatz derer die mehr künstlich sind.

§. 6. Die natürlichste Wasserwage ist ohne Zweifel die Fläche eines stille stehenden Wassers. Man kann es aber nicht wohl auf grosse Seen ausdehnen, welche von einem Strome durchflossen werden. Denn die Fläche eines solchen Sees wird bey dem Einflusse höher seyn als bey dem Ausflusse. Wenn aber zur Seite eines solchen Sees eine Wasserleitung von oben herunter anzulegen ist, so kann man sich gewisser maassen dieses Umstandes bedienen. Denn ist der Ort, wo das Wasser hingeleitet werden soll, über den Ausfluß des Sees weniger erhaben, als der Ort, wo es hergeleitet werden soll über den Einfluß des Stroms in den See, so kann man um desto sicherer schliessen, daß die Wasserleitung angehen wird, ungeachtet die Höhe des Falles dadurch noch nicht bestimmt ist.

§. 7. Eben dieses ist auch von den Flüssen und Bächen anzumerken. Es kömmt bey denselben noch ein anderer Umstand, nemlich die Geschwindigkeit des Flusses hinzu. Man setze zween Flüsse, die irgend zusammen fliessen. Auf einige Stunden Weges oberhalb dieses Ortes fleußt der eine sichtbar viel geschwinder als der andere. Man kann schon daraus abnehmen, daß es möglich seyn muß, aus dem einen queer über einen Canal in den andern zu führen, oder einen Mühlbach daraus abzuleiten. In der Picartschen Abhandlung kömmt ein ähnlicher Fall vor. **Riquet** hatte bemerkt, daß die Loire überhaupt einen geschwindern Abfluß hat, als die Seine, ungeachtet diese bey Paris näher bey dem Meere ist, als jene bey Orleans oder bey Briare. Er schloß daraus nicht nur auf die Möglichkeit, das Loirewasser in die Seine zu leiten, sondern glaubte, daß es bis auf die Anhöhe bey Versailles geleitet werden könnte. Dieses konnte er aber auch nicht so ganz zuverläßig schliessen, und so fand sichs auch bey dem Abwägen, daß der Unterschied auf 6 bis 7 Klafter ankam, wofür man aber wegen der allzugrossen Entfernung nicht gut stehen konnte.

§. 8. An einigen Orten und besonders in sandigtem Grunde hat auch das Wasser unter der Erde gewöhnlich die Tiefe der nahe gelegenen Flüsse und Quellen. Man kann sich aber und besonders bey grössern Entfernungen nicht unbedingt darauf verlassen. Mir sind auch keine besonders darüber angestellte Versuche bekannt.

§. 9. Man kann sich aber, wo der Boden eben oder wenigstens nicht sehr gähe ist, auf eine andere Art des Wassers bedienen, um damit zu nivelliren. Es ist bekannt, daß man bey den Feuerspritzen Schläuche hat, die stückweise an einander geschraubt und so viel man will, verlängert werden können. Man setze, ein solcher Schlauch von 100 und mehr Fuß lang, habe an beyden Enden eine offene gläserne Röhre, so ist klar, daß man damit ohne Mühe ein Niveau von 100 und mehr Fuß erhalten könne, wenn man die Röhren an beyden Enden aufrichtet, und den Schlauch mit Wasser füllt. Und auf diese Art läßt sich von 100 zu 100 und mehr Fuß in einem fort nivelliren, wenn nur der Boden auf 100 Fuß weit, nicht über 3 oder 4 Fuß aufwerts geht, wiewohl man

auch in solchen Fällen mit Stangen und Gerüsten, aber zugleich auch mit mehr Mühe sich würde forthelfen können. Diese Art zu nivelliren ist von der Ründung der Erde und von der Stralenbrechung unabhängig, von den Fehlern der üblichen Nivellirwage ihrer Stellung und Richtung frey. Es läßt zwar die Höhe des Wassers in den beyden Röhren eine Ungewißheit von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Linie zu. Allein wegen der öftern Wiederholung, und weil die Ungewißheit bey beyden Röhren einerley ist, compensiren sich die Fehler größtentheils. Man setze aber, daß sie sich aufhäufen, so betragen sie bey einem 100 Fuß langen Schlauche auf eine Meile von 20000 Fuß nur 100 Linien, oder, wenn wir bey der $\frac{1}{4}$ Linie bleiben, nur 50. Und der Fehler wäre also höchstens $\frac{1}{2}$ Fuß auf eine Meile. Es ist klar, daß ein Meilenlanger Canal, wenn er anders Abfluß haben soll, mehr als $\frac{1}{2}$ Fuß Fall haben muß. Wenn demnach die Sache auf einen $\frac{1}{2}$ Fuß ankommen sollte, so würde man immer sicherer das Anlegen eines solchen Canals abrathen. Uebrigens darf ein solcher Schlauch eben nicht so weit seyn, als man ihn bey den Feuersprizen macht. Wenn der innere Diameter von

zwo Linien ist, so ist er weit genug. Hingegen muß er an beyden Enden weiter seyn, und besonders müssen die Röhren wenigstens einen Zoll im Diameter haben, damit man die Unrichtigkeiten der Haarröhrgen dabey vermeide. Da der Schlauch dadurch merklich leichter wird, so kann er auch um so viel länger gemacht werden. Die Sache verdient einen Versuch; besonders an Orten wo viel zu nivelliren ist. Denn mit allen andern Wasserwagen ist es schwer, wo nicht unmöglich, so genau zu seyn, daß man auf eine Meile Weges oder auf 20000 Fuß, nicht um 1 Fuß fehlen sollte. Denn 1 Fuß Höhe giebt auf eine Meile Entfernung einen Winkel von 10 Secunden. Und da muß alles sehr gut seyn, wenn man nicht mehr fehlen will. Es giebt Tabacksröhren, die man biegen kann, weil sie auf eine gewisse Art von Drat geflochten oder gebunden sind. Ich führe dieses nur an, weil solche Röhren mit etwas grösserm Diameter statt der Schläuche von Leder gebraucht werden könnten. Doch habe ich die Probe darüber nicht gemacht.

III.

Von dem Gebrauche des Barometers bey Bestimmung der Höhen.

§. 10. Man muß mit dem Barometer an der Fläche des Meeres ungefehr 72 Fuß oder 12 Klafter steigen, bis dasselbe sich um eine ganze Linie senkt. Wenn wir demnach auch setzen, daß man bis auf $\frac{1}{6}$ Linie von der Barometerhöhe gewiß seyn könne, so bleibt noch in der Bestimmung der Höhe des Ortes eine Ungewißheit von 12 Fuß oder 2 Klafter. Das Barometer würde demnach bey Wasserleitungen höchstens nur da gebraucht werden, wo zu Springbrunnen die Quelle bey 100 und mehr Fuß höher liegen muß als das Wasserbecken, wo das Wasser springen soll. Einen solchen Unterscheid der Höhe, zumahl wo die Quelle nicht weit entfernt ist, kann man aber schon nach dem blossen Augenmaaß schätzen, und so mag der Gebrauch des Barometers beym Wasserwägen wegbleiben.

§ 11. Wir wollen ihn aber dennoch nicht so schlechthin weglassen, sondern damit eine Probe im Grossen anstellen. Wir können damit so ziemlich den ganzen Rheinstrom herunter von der Quelle an bis ins Meer nivelliren. Dabey haben nun einige Klafter mehr oder minder nichts zu sagen. Der Rhein leitet sein Wasser von selbsten, und so ist die Sache nicht erst noch anzufangen oder Unkosten darauf zu wenden, und mit Verdammungen seines Bettes haben wir uns hier nicht zu beschäftigen. Wir können also vorerst sehen, wie aus den Barometerhöhen die Höhe des Ortes bestimmt wird. Zu allererst aber eine kleine Geschichte.

§ 12. **Mariotte** machte mit dieser Sache den Anfang. Er fand durch Versuche das Gesetz der Zusammendrückung der Luft, und folgerte daraus, daß die Barometerhöhen in geometrischer Progression abnehmen, wenn die Höhe des Orts in arithmetischer Progression zunimmt. Dabey legte er aber zum Grunde, daß man an der Meeresfläche 65 Fuß steigen müsse, wenn das Barometer um 1 Linie fallen soll. Diese letztere Voraussetzung war unrichtig, weil er anstatt 65 Fuß, wenig=

stens 72 Fuß hätte annehmen müssen. Auch fand es sich bald, daß die Mariottische Tafel bey grössern Höhen allzumerklich zurücke blieb. **Cassini** maaß verschiedene Pyrenäische Berge, davon einige bis über 1400 Klafter hoch waren, geometrisch, und beobachtete zugleich auf denselben die Höhe des Barometers. Dabey war aber ein anderer Umstand, welcher machte, daß die Höhen der Berge mit den Barometerhöhen nie recht zusammentreffen wollten. Die Berge wurden aus Entfernungen von vielen Meilen gemessen. In solchen Entfernungen war die Stralenbrechung sehr beträchtlich. **Cassini** vermuthete es zwar, fand aber die Mittel zur Verbesserung nicht. Dessen unerachtet ließ er sich verleiten, eine Tafel für die Barometerhöhen zu berechnen, welche nach den Ordinaten einer Parabel fortgieng, und woraus folgte, daß nicht nur das Barometer in einer gewissen Höhe der Luft bis auf 0 herunterfalle, sondern daß es in noch grössern Höhen unter 0 herunter fallen könne. Dessen unerachtet hiesse es immer von dieser Tafel, daß dadurch die Regel, nach welcher das Barometer auf den Bergen tiefer ist, **festgesezt** sey, und man complimentirte

sich über dieses Festsetzen in den Memoires der Pariser Academie dreißig und mehr Jahre, so, daß wenn auch die folgenden Beobachtungen alles anders erforderten, man dennoch Bedenken trug, eine so festgesetzte Regel kurzweg umzustossen. **Scheuchzer** kehrte sich indessen nicht daran, und verfertigte sich eine andere Tafel, die aber ebenfalls nicht die richtigste war. **Daniel Bernoulli** verfiel auf den Gedanken, daß Mariotte weiter nichts als die Elasticität der Luft in Betrachtung gezogen, daß aber wenigstens auch die Wärme mit in die Rechnung kommen müsse. Dafür nahm er in seiner Hydrodynamik eine Hypothese an, und so brachte er eine Formel heraus, nach welcher die Barometerhöhen wie die Ordinaten einer Hyperbel zwischen den Asymtoten abnehmen. Endlich wurden auch die Cordelieres geometrisch und mit dem Barometer gemessen. **Bouguer** fand dadurch, daß Mariotte eigentlich und fürnehmlich nur in den vorhin erwähnten 65 Fuß, die er zum Grunde legte, gefehlt habe. Bernoulli machte die von Bouguer berechnete Tafel in den actis helueticis bekannt, und aus dem was er darüber anmerkt erhellet ganz klar, daß er von seiner ehemaligen Formel abgehe.

§. 13.

§. 13. Der Erfolg von allem diesem ist nun noch immer, daß wer nur die Cassinische Formel oder die Bernoullische kennt, und über ihre Mångel nicht urtheilt oder nicht urtheilen kann, dieselbe als ganz richtig gebraucht. Und dieses finde ich in einigen ganz neulich herausgekommenen Schriften. Indessen finden sich bereits hin und wieder andere Tabellen, die viel richtiger sind, und besonders soll dermalen, da ich dieses schreibe, zu Genf ein Werk von Herrn *de Luc* unter der Presse oder vielleicht bereits herausgekommen seyn, welches in der Sache wenig oder keine Zweifel mehr übrig lassen solle. Der Verfasser hatte auf den Schweizergebürgen eine grosse Menge von Beobachtungen angestellt, und die Barometerhöhen zugleich mit dem Thermometer verglichen, um endlich herauszubringen, was die verschiedene Wärme der Luft an dem **Mariottischen** Gesetze ändert. Er hatte bereits vor einigen Jahren eine Regel darüber bekannt gemacht, deren auch der Herr Prålat von **Felbiger** in seiner Abhandlung von der Höhe des Riesengebürges sich bedient, und die Regel selbst auch angeführt hat. Ich kann nicht sagen, ob Herr *de Luc* in seinem neuen Tractat eben die Regel beybehält, oder

auch besonders Untersuchungen über die Art anstellt, wie die Dünste das Gewicht der Luft und damit auch die Höhe des Barometers in verschiedenen Jahrszeiten verändern. Daß der Einfluß merklich ist, erhellt aus dem zweyten Theil der Actor. Heluet. so wie auch aus einer Abhandlung, so ich über die barometrischen Veränderungen in Druck überlassen habe. Auch seit dem haben mich genauere Beobachtungen, die Herr *Ott* in Zürch und auf dem Gotthard einige Monate durch hat anstellen lassen, davon noch mehr unterrichtet. Wenn man indessen sich nur an die mittlere Barometerhöhen, das will sagen an das arithmetische Mittel aus vieljährigen täglichen Beobachtungen hält, so kann man sich ganz wohl an die Mariottische Regel halten, weil Jahr aus und ein die Veränderungen der Dünste und der Wärme sich compensiren.

§. 14. Um nun auf das Nivelliren des Rheinstroms zu kommen, sofern es mit dem Barometer vorgenommen werden kann, so sieht man leicht, daß es um die mittlere Barometerhöhe an solchen Oertern zu thun ist, die längs dem Rheine liegen. Nun ist zwar

noch niemand, das Barometer in der Hand, dem ganzen Strome nach herauf oder herunter gereiset. Ich habe indessen dennoch den Mangel auf eine andere Art zu ersetzen gesucht. So weit der Rhein durch das Graubündnerland fleußt, wo seine Quellen sind, hat **Scheuchzer** bereits im Anfange dieses Jahrhunderts eine solche Reise vorgenommen. Die Oerter, wo er die Höhe des Barometers beobachtete, sind bey den Quellen des Hinterrheins ob Porta, Hinterrhein, Splügen, Andera, Thusis, Fürstenau, Richenau, Chur und Ragatz. Zu Chur habe ich einige Jahre durch das Barometer beobachtet. Zu Lindau, so im Bodensee liegt, beobachtete ich dessen Höhe im Jahr 1761, und verglich sie mit correspondirenden Beobachtungen Hrn. Dr. **Hirzels** zu Zürch, wo mir die mittlere Höhe theils aus **Scheuchzers**, theils aus andern neuern Beobachtungen bekannt war. Der Fall des Bodensees von Lindau, Fussach oder Rheineck bis nach Steckborn, scheint wegen der grossen Breite des Sees nicht sehr merklich zu seyn. Die Fläche des Sees richtet sich ganz sichtbar nach der Ründung der Erde. Ich konnte dieses 1759 sehen, als

ich von Costanz nach Lindau fuhr. Auf dem Schiffe konnte man erst, nachdem es über ⅓ des Weges zurücke gelegt hatte, die Thurmspitzen von Lindau sehen. Die Barometerhöhe von Basel fand ich aus den Act. heluet. und die von Strasburg nahm ich aus den Göttingischen Anzeigen. Von Speyer, Worms, Maynz, Coblenz, Cölln, Duisburg, Wesel, Cleve, Nimwegen ꝛc. habe ich nirgends etwas gefunden. Nur so viel geben die Nachrichten der Schiffer, daß der Rhein unterhalb Maynz anfange sehr langsam zu fliessen, und dieses hat der Rhein nicht besonders, weil die meisten Ströme gegen dem Ausflusse ihr Ufer erhöhen.

§. 15. Aus den mittlern Barometerhöhen fand ich nach der Tabelle, die ich in den Routes de la lumiere 1758 gegeben, die Höhe der Oerter über das Meer in französischen sechsfüssigen Klaftern. Sodann nahm ich die Mayersche Charte von der Schweitz, welche in Absicht auf die Länge und Polhöhe der Oerter die genaueste ist, und maaß darinn die Entfernung der Oerter von der Quelle des Hinterrheins, doch so daß ich im Ausmessen den beträchtlichern

Krümmungen des Stromes folgte. Von Basel bis Strasburg werden 24 Stund Weges oder 12 Meilen gerechnet, und von da an bis zum Meere fanden sich noch 5 Grade oder 75 Meilen, so daß also die Länge des Rheinstroms in die 130 Meilen heraus kam. Alles dieses stellt nun folgende Tafel vor.

Namen der Oerter.	Barometer " ‴	Höhe in Toisen.	Entfernung Meilen.
Ob Porta	21. 5½	1127	0
Hinterrhein	23. 0½	823	¾
Splügen —	23. 5½	745	2
Andera —	24. 10	501	3½
Thusis —	25. 6	389	5½
Fürstenau —	25. 9	347	6
Richenau —	25. 11	320	8
Chur — —	26. 0	307	9½
Ragatz —	26. 2	280	12
Lindau, Fussach	26. 8½	194	19
Steckborn —	— —	— —	26
Basel —	27. 0½	142	44
Straßburg	27. 4	98	56
Roterdam —	28. 0	0	130

§. 16. Man kann hieraus das Kühnische Vorgeben beurtheilen, welches für alle Ströme ohne Unterschied das Gefäll von 1 Fuß

auf jede 200 Fuß Länge setzt. Es lohnt sich aber nicht der Mühe, sich dabey aufzuhalten. Man sieht aus dieser Tafel, daß das Fallen des Rheinstroms sehr ungleich ist. Von der Quelle an bis Thusis geht es durch eine Menge von Catarracten, und daher kömmt es auch, daß der Rhein in den ersten 3 Meilen schon unter der Helfte seiner anfänglichen Höhe ist. Bey 12 Meilen oder zu Ragatz ist er schon $\frac{3}{4}$ seiner ganzen Höhe gefallen, und zu Basel schon $\frac{7}{8}$. Das mittlere Gefäll des ganzen Rheinstroms beträgt 1127 Toisen auf eine Strecke von 130 Meilen, demnach auf jede Meil 52 Fuß, das will sagen auf 440 Fuß einen. Hingegen von Basel bis zum Meer beträgt das mittlere Gefäll nur 142 Toisen auf 86 Meilen, demnach nur 10 Fuß auf die Meile. Man kann aber hieraus noch keinen Schluß auf andere Ströme machen. So z. E. liegen die Quellen der Donau nicht so hoch auf dem Schwarzwald, als die Quellen des Rheins bey Ob Porta, und dennoch hat die Donau einen mehr als doppelt längern Lauf, der sich, wenn man auch nur die grössere Krümmungen rechnet, auf die 300 Meilen erstreckt. Die Donau läuft auch viel gleichförmiger, und hat noch bis in Ungarn

einen ziemlich schnellen Abfall. Der Amazonen Fluß durchläuft über die 450 Meilen, und wenn man dessen Quellen bey den Peruvianischen Schneegebürgen nimmt, so sind sie nur in die 2700 Klafter oder Toisen hoch. Auch ist der Abfall anfangs sehr stark, und wird gegen dem Meere auf eine lange Strecke fast unmerklich. Der Rhone wird unter die schnellesten Flüsse gerechnet. Auch entspringt er auf der Furka in fast gleicher Höhe mit dem Rhein. Der Genfersee ist noch über die 250 Klafter über das Meer erhöht, und von da an fließt der Rhone ziemlich gleichförmig 55 Meilen lang herunter. Uebrigens muß ich hiebey überhaupt anmerken, daß die hier angeführten Barometerhöhen und besonders die von **Scheuchzer** beobachteten nicht so genau bestimmt sind, daß man sie nicht genauer sollte wünschen können. Es wäre wohl alles leicht zu berichtigen, wenn man sich wollte angelegen seyn lassen, in den längs einem Strome gelegenen Städten correspondirende barometrische Beobachtungen anzustellen, und besonders auch anzumerken, wie viel das Baometer über das Wasser des Flusses erhöht ist. Denn anders als auf diese Art werden wohl ganze Ströme nie nivellirt werden.

IV.
Von den Wasserwagen.

§. 17. Ungeachtet die Aufgabe von Abwägungen des Wassers sich auf die viel allgemeinere geometrische Aufgabe, die Höhe eines Orts über den andern zu finden, ganz ordentlich reduciren läßt, so hat die Sache doch von den ältesten Zeiten her unter den Händen der Empiriker eine andere Gestalt bekommen. Die Vergleichung der Höhen kam dabey nur mittelbarer Weise in Betrachtung. Man war mehr bemüht gleich hohe Puncte zu finden, und diese zu Bestimmung derer, so nicht gleiche Höhe hatten, zum Grunde zu legen. Daher kam es auch, daß man sich der auf der Erdfläche befindlichen Puncte selten oder gar nicht bediente, sondern sich mit Stäben versahe, die von Ort zu Ort aufgesteckt werden mußten, und an denen sich die gesuchten gleich hohe Puncte abzeichnen liessen. Und wenn man nicht immer in gleicher Höhe bleiben konnte, so nahm man auf diesen Stäben

höhere oder tiefere Puncte willkührlich oder nach Maaßgabe der Umstände an, und bemerkte den Unterschied der Höhe. Dieses hatte den Erfolg, daß wenn man sehr stark Berg auf nivelliren mußte, die Stäbe gewöhnlich zu kurz waren, als daß man geschwinde weit fortrücken konnte, und die Operationen mußten desto öfters wiederholt werden. Alles dieses zog auch eine ganz besondere Einrichtung der Wasserwagen nach sich, und man begnügte sich, dieselbe so zu verfertigen, daß man dadurch weiter nichts als eine horizontale Linie erhielte. Hiezu waren aber verschiedene Mittel bequem, die man zur Bestimmung der Höhen entweder gar nicht oder nur mit behörigen Veränderungen hätte gebrauchen können.

§. 18. Unter solche Mittel gehörte vorzüglich der Umstand, daß ein frey hangendes Senkbley mit der Horizontallinie einen rechten Winkel macht. Dieser Umstand gab außer den gemeinen Bleywagen der Maurer und Zimmerleute, eine Menge von Wasserwagen an. Die von **Picart** und **Huygens**, so wie die oben erwähnte **Vitruvi**=

sche und mehrere andere gründen sich auf diesen Umstand.

§. 19. Das andere Mittel beruhte auf dem wagrechten Stand des Wassers. Wir haben oben gesehen, daß Vitruv dessen ebenfalls gedenkt. Man hat aber blecherne Röhren an beyden Enden aufwärts gebogen, und gläserne Cylinder eingeküttet, an welchen man sehen konnte, wie hoch das eingegossene Wasser steht, und so erhielte man, so gut es angieng, ebenfalls eine Horizontallinie, indem man über die Fläche des Wassers in beyden gläsernen Cylindern wegzielete. Es kann auch um mehrerer Sichtbarkeit willen das Wasser gefärbt werden. La Hire in der von ihm herausgegebenen Picartschen Abhandlung suchte sich dieses Umstandes zu bedienen, um ein Fernrohr auf dem Wasser wagrecht schwimmen zu machen. Man kann aber diesen Einfall für nichts mehr als ein Spielwerk ansehen. Im Ernste wird wohl niemand davon Gebrauch gemacht haben.

§. 20. Das dritte Mittel gaben gläserne Röhren oder Cylinder an, die wenigstens 4 bis 6 Linien weit sind, und mit Wein-

geist so weit gefüllt werden, daß nur noch eine Luftblase darinn bleibt, die wenn die Röhre horizontal liegt, oben aufschwimmt, und so wenig man auch die Röhre neigt, sich sogleich in Bewegung setzt. Dabey kömmt alles darauf an, daß die Röhre inwendig sehr gerade sey, und nicht die geringste Unebenheit habe, damit die Luftblase sich in Bewegung setze, wenn die Röhre auch nur um 3 oder 4 Secunden eines Grades aus der horizontalen Lage verrückt wird. Es ist immer gut und nothwendig, daß man vorerst die Röhre auf die Probe setze. Man kann sie an eine Stange oder Latte von 20 Fuß befestigen, und die Latte so legen, daß die Luftblase in der Mitte stille bleibe. Die Latte muß an ihren äussersten Enden aufliegen. An dem einen Ende wird sie sodann sachte erhöht, bis man sieht, ob die Luftblase sich aufwerts gegen das erhöhte Ende zieht, welches zuweilen sehr langsam geschieht. Sieht man sodann, wie viel die Latte ist erhöht worden, so läßt sich der Grad der Zuverlässigkeit bestimmen. Man muß aber, wenn die Latte wiederum gelegt worden, dieselbe sodann auch an dem andern Ende erhöhen. Denn es kann leicht seyn,

daß die erforderliche Erhöhung hier grösser oder kleiner ausfällt. Von beyden Erhöhungen wird das Mittel genommen, und dieses bestimmt die eigentliche horizontale Lage der Latte, und zugleich den Grad der Zuverlässigkeit bey dem Gebrauche der Röhre. Vielleicht könnte auch ein klein Kügelchen von Quecksilber eben den Dienst wie die Luftblase thun. Es kam mir aber bey den darüber angestellten Versuchen vor, als wenn es nicht so beweglich wäre, als die Luftblase. Es plattet sich unten durch sein eigen Gewicht etwas ab, und so wird ein Uebergewicht erfordert, wenn es sich bewegen soll. Ein kleines Kügelchen ist in dieser Absicht besser. Wenn es aber gar zu klein ist, so haben auch die Anziehungskräfte des Glases mehr Gewalt, es weniger beweglich zu machen. Die Luftblase muß aus eben dem Grunde eine ziemliche Grösse und Länge haben. Denn man sieht in aufrechtstehenden Gläsern, worein Wasser gegossen worden, daß sich kleine Luftbläschen an das Glas anhängen, und nur durch das Bewegen des Wassers weggebracht werden. Eine grössere Blase hingegen giebt auch, wenn man die Röhre neigt, ein grösseres Planum inclina-

tum, und sie ist dadurch empfindlicher. Aber alsdann ist auch um desto mehr darauf zu sehen, daß die Röhre inwendig ihrer ganzen Länge nach vollkommen gerade sey. Noch ein Umstand ist hier anzumerken. Man setze, die Röhre bleibe eine Zeitlang dergestalt horizontal liegen, daß die Luftblase unbeweglich bleibe, so wird der Theil der Röhre, wo die Luft das Wasser abhält, nach und nach auftrocknen, wiewohl sich endlich auch wiederum Tröpfgen anhängen werden. Ehe aber dieses geschieht, so wird, wenn auch die Röhre geneigt wird, die Blase sich mühsamer gegen das erhöhte Ende ziehen. Denn das Wasser hängt sich an trockenes Glas langsamer an, als wenn es voraus schon benetzt ist. Der Fall kommt übrigens bey dem Gebrauche solcher Röhren selten oder nie vor, weil sie immer, ehe sie in die horizontale Lage gebracht sind, genug bewegt werden, so daß die ganze innere Fläche naß ist. Daß ehe die Röhre gefüllt wird, nicht die geringste Fettigkeit inwendig am Glase seyn müsse, versteht sich aus eben dem Grunde von selbsten.

§. 21. Dieses sind nun die dreyerley Mittel, deren man sich bey Verfertigung der Wasserwagen bedient. Die erste Art giebt die Horizontallinie vermittelst der Verticallinie, so man durch das Senkbley erhält. Die Genauigkeit kömmt auf die Feinheit und die Länge des Fadens an, und was man dabey zu besorgen hat, ist, daß bey windigtem Wetter der Faden und überhaupt das Instrument leicht bewegt und verrückt wird. Das Wasserwägen geschieht auf dem freyen Felde, und das Instrument ist allen Veränderungen des Wetters ausgesezt. **Picart** hielt sich daher auch auf die Abwägungen mehr zu gute, die er bey hellem und windstillem Wetter vorgenommen hatte.

§. 22. Die zweyte Art, (§. 19.) giebt die Horizontallinie unmittelbar, weil in beyden gläsernen Röhren das Wasser gleich hoch steht. Allein da man über die Fläche des Wassers in beyden Röhren mit blossem Auge wegsehen muß, so verspricht das Instrument keine besondere Genauigkeit, wenn es auch vier bis fünf Fuß lang ist. Das längste, so viel mir bekannt ist, hatte **Micheli du Crest** verfertigen lassen. Es war 24

Fuß lang, und damit ließ er auf der Festung zu Arburg, die scheinbare Höhe der daselbst sichtbaren Alpgebürge ausmessen. Er konnte aber dennoch dabey die Erhöhungswinkel höchstens nur bis auf halbe Minuten eines Grades bestimmen. Denn 24 Fuß geben eine Länge von 3456 Linien, und in Ansehung der Höhe konnte man leicht um ½ Linie fehlen. Man müßte ein solches Niveau wenigstens 100 Fuß lang machen, und dazu würde die oben (§. 9.) beschriebene Einrichtung ganz gut gebraucht werden können. Denn 100 Fuß geben eine Länge von 14400 Linien oder 28800 halben Linien, und ein Halbmesser von so vielen sehr kenntlichen Theilen ist schon ziemlich beträchtlich. Auch liesse sich an dem einen Ende ein Fernrohr von 12 oder 15 Zollen mit einem zolligen Ocular so anbringen, daß dessen Axe mit dem Wasser in gleicher Höhe, und durch das Fernrohr so wohl die Fläche des Wassers an dem andern Ende, als das entferntere Object sehr deutlich und vergrössert gesehen werden könnte.

§. 23. Die dritte Art mit der Luftblase zeigt an und für sich betrachtet nur an, daß

die inwendige Röhre, da wo die Luftblase ist, horizontal liege. Es kömmt demnach darauf an, daß die Diopter oder die Axe des Fernrohrs damit genau parallel sey. Und dieses erfordert eine sehr genaue Prüfung, wenn man davon bis auf einige Secunden versichert seyn will.

§. 24. Alle diese Einrichtungen dienten nur, um eine so viel möglich genaue Horizontallinie zu erhalten, und vor des Snellius und besonders vor Picarts Zeiten, muste man nothwendig dabey bleiben. Denn die Grösse der Erde und ihrer Ründung war noch nicht sehr genau bekannt, und so konnte man auch nicht wissen, wie viel sich die wahre Horizontallinie, welche sich nach der Ründung der Erde krümmt, unter die scheinbare gerade hinaus gezogene Horizontallinie herab zog. Man wuste nur überhaupt so viel, daß dieses auf beyden Seiten einerley Erfolg hatte, und so gab man den Rath, die Wasserwage mitten zwischen die zween Puncte zu stellen, welche man von gleicher Höhe finden und an den ausgesteckten Stäben anzeichnen wollte. Hiezu that nun die zweyte Art von Wasserwagen (§. 19.

(§. 19. 22.) in so fern gute Dienste, weil man bey denselben vorwerts und rückwerts zielen konnte. Picard machte nun dieses Verfahren dadurch entbehrlich, daß er durch genaue Ausmessung eines Grades den Effect von der Ründung der Erde angeben konnte. Hingegen blieb der Effect von der Stralenbrechung noch unbestimmt, und so behielt er den Anschlag doch bey, daß man die Wasserwage in die Mitte zwischen beyde Zielpuncte stellen sollte. Indessen ist die horizontale Stralenbrechung am unsichersten, zumal wenn die Zielpuncte sehr entfernt sind. Und so wird der Unterschied der Höhen zuverlässiger gefunden, wenn das Object, nach welchem man zielt, einige Grade über den Horizont erhöht ist. Wir wollen nun, ehe wir weiter gehen, sowohl die Ründung der Erde, als die Stralenbrechung in Absicht auf das Wasserwägen besonders betrachten.

V.

Die Ründung der Erde in Absicht auf das Wasserwägen.

§. 25. Zu **Picards** Zeiten sahe man die Erde als sphärisch an, und damit glaubte man, daß es genug sey, einen einigen Grad auszumessen, um auf alle übrige den Schluß machen zu können. Allein **Richers** Beobachtung von der Verkürzung des Penduls in Cayenne, **Huygens** und besonders **Neutons** Theorie belehrte uns eines bessern, und seitdem wurden mehrere und sehr entfernte Grade der Mittagskreise gemessen, und sehr ungleich gefunden. Nach der Theorie sollte die Länge eines Grades vom Aequator an bis zum Pole immer zunehmen, und die Zunahme sollte in Verhältniß des Quadrats des Sinus der Polhöhe seyn. Ich werde die gemessene Grade nebst den Polhöhen, so wie ich sie in des P. **Frisius** Tractat de grauitate uniuersali finde, in folgender Tabelle hersetzen.

Der Grad in	Polhöhe ° ′		Länge in Toisen.	Zunahme.	Quadrat des Sinus.
Peru .	0 :	0	56753	0	0,00000
Afrika .	33.	18	57037	284	0,30142
Italien .	43.	1	56979	226	0,46541
Frankreich	43.	31	57048	295	0,47412
Italien .	44.	44	57069	316	0,49534
Deutschland	47.	40	57091	338	0,54647
Frankreich	49.	23	57074	321	0,57620
England	53.	0	57300	547	0.63782
Lappland	66.	20	57400	647	0.95795

§. 26. Nimmt man nun die Quadrate der Sinus als Abscissen, und richtet die Zahlen der vierten Columne als Ordinaten auf, so erhält man dadurch die Puncte A, b, c, d, e, f, g, h, i in der ersten Figur, und diese Puncte sollten sämtlich in einer geraden Linie liegen. Man sieht aber sogleich, daß die äussersten Puncte A, b, h, i zu hoch, die mittlern c, d, e, f, g zu tief liegen. Man setze, daß nur die zween ersten und die zween letzten Grade wären gemessen worden, so würde sich zwischen den vier Puncten A, b, h, i die gerade Linie PM dergestalt durchziehen lassen, daß sie diese Puncte gleich viel auf beyden Seiten entfernt liesse. Dadurch Fig. I.

aber blieben die Puncte c, d, e, f, g merklich zu tief. Will man demnach diese auch mit in die Rechnung ziehen, so muß nicht die Linie PM, sondern die Linie NL als das eigentliche Mittel genommen werden. Diese Linie kömmt nun nur den Puncten d, e, f, i nahe. Von den übrigen aber weicht sie sehr merklich, und zwar von b, c, g, h bis auf 100 Toisen ab. Die Puncte c, d, e, f, g betreffen die såmtlichen in Deutschland, Frankreich und Italien vorgenommenen Ausmessungen, und so sollte man schliessen, daß auf dem festen Lande von Europa ein besonderer Grund seyn müsse, welcher macht, daß die Grade des Mittagskreises daselbst kleiner sind. Denn man sieht, daß die vier Puncte A, b, h, i ein merklich grösseres Resultat geben. Indessen sind die Linien PM, NL so ziemlich parallel, und so wohl die eine als die andere giebt ein Verhåltniß zwischen dem Durchmesser des Aequators und der Axe der Erde, welches von dem Neutonschen 230:229 sehr wenig verschieden ist, so daß die Formel,

$$56703 + 743 \cdot \sin \lambda^2$$

die ich in den Beyträgen zur Mathematik (1ter Theil, S. 460.) als das Mittel aus

6 gemessenen Graden gegeben habe, auch hier beybehalten werden kann.

§. 27. In dieser Formel ist λ die Polhöhe eines jeden Ortes, die Zahlen stellen Toisen vor, und die Formel giebt die Länge des Grades für jede Polhöhe. Es ist demnach der Grad unter dem

Aequator = 56703 Toisen.
Pol = 57445 Toisen.

da für den Halbmesser = 1, die Länge eines Grades = 0,01745329 = $\frac{1}{57,2958}$ ist, so muß die in Toisen gefundene Länge eines jeden Grades mit 57,2958 multiplicirt werden, wenn man die Länge des dazu gehörigen Halbmessers des Krümungskreises haben will. Dieser Halbmesser ist demnach überhaupt

$$r = 3248840 + 42572. \sin \lambda^2$$

Toisen.

§. 28. Ferner findet man bey Voraussetzung der elliptischen Figur der Erde, den Halbmesser des Aequators

= 3277132. Toisen

und die halbe Erdachse

= 3262952 Toisen.

Aus diesen Bestimmungen wird sichs nun abnehmen lassen, wiefern diese unterschiedliche Krümmungen der Wasserflächen auf dem Erdboden bey dem Nivelliren in Betrachtung zu ziehen ist.

Fig. 2. §. 29. Es sey mAM die Krümmung der Wasserfläche, AC ihr Halbmesser $= r$, AN die gerade hinaus verlängerte Horizontallinie, AM eine beliebige Distanz von dem Punct A, so ist NM die Erhöhung des scheinbaren Horizontes über den wahren, so daß, wenn man die Linie CN berechnet, der Theil NM davon abgezogen werden müsse, um CM = CA zu haben. Es sey nun die Länge $AM = v$, so ist

$$NM = \frac{v^2}{2r} + \frac{5 \cdot v^4}{24 \cdot r^3} + \frac{61 \cdot v^6}{720 \cdot r^5} + \text{etc.}$$

§. 30. Man setze $v = \frac{1}{60} \cdot r$, das will sagen ungefehr 1 Grad, so ist

$$NM = v \left(\frac{1}{120} + \frac{1}{1036800} + \text{etc.} \right)$$

Wenn wir nun r den kleinsten Werth 3248840 geben, so ist

$$v = \frac{1}{60} r = 54147$$

demnach

$$NM = \frac{54147}{120} + \frac{54147}{1036800} + \text{rc. Toisen.}$$

Da das zweyte Glied dieser Reyhe nur $\frac{1}{19}$ Toisen oder nicht gar 4 Zoll ist, so sieht man, daß so lange man v nicht grösser als 1 Grad annimmt, das erste Glied der Reyhe allein beybehalten werden kann. Man nivellirt aber selten mit einem male eine Meile weit hinaus, und so kann man

$$NM = \frac{vv}{2r}$$

setzen.

§. 31. Indessen wenn man Tabellen für grössere Distanzen berechnen will, so kann man immer von der Reyhe so viele Glieder mitnehmen, als es die Genauigkeit, die man sich dabey vorsetzt, erfordert. Wir werden inzwischen das erste Glied beybehalten, um zu sehen, welche Aenderung die veränderliche Grösse des Halbmessers r nach sich zieht. Aus der Formel (§. 27.)

$$r = 3248840 + 42572. \sin\lambda^2$$

erhellet, daß die zween äusserste Werthe von r

3248840

und 3291412 Toisen

sind. Und diese sind beynahe um $\frac{1}{80}$ Theil von einander verschieden. Wenn demnach in der Formel

$$NM = \frac{vv}{2r}$$

der Bogen v einerley Länge behält, so kann r sich um $\frac{1}{80}$ Theil verändern, und NM wird in umgekehrter Verhältniß um $\frac{1}{80}$ Theil veränderlich. Wäre nun, wie (§. 30.) $v = \frac{1}{60} r$, so würde NM beynahe 450 Toisen, und damit der $\frac{1}{80}$ Theil davon $5\frac{1}{2}$ Toisen seyn. Dieses wäre beym Nivelliren sehr beträchtlich. Setzen wir aber v höchstens 1 Meile oder $\frac{1}{900} r$, so wird dieser Unterschied auch $15 . 15 = 225$ mal geringer; NM wird 2 Toisen, und der $\frac{1}{80}$ Theil davon $\frac{1}{40}$ Toisen, oder nicht gar 2 Zoll, welches schon viel unmerklicher ist.

§. 32. Das alles will aber nur sagen, daß wenn man sehr accurate Nivellirtabellen haben will, diese nicht für die ganze Erdfläche überhaupt, sondern für jede Polhöhe besonders berechnet werden müssen. Aber auch bey jeder Polhöhe müßte man für jede Weltgegend eine besondere Tabelle haben. So

z. E. unter dem Aequator ist, wenn man von Süden nach Norden nivellirt,

$r = 3248840$ Toisen,

nivellirt man aber eben daselbst von Osten nach Westen, so ist (§. 28.)

$r = 3277132$ Toisen,

der Unterschied dieser beyden Halbmesser ist

$= 28292$ Toisen

und so sind beyde Halbmesser um $\frac{1}{113}$ Theil verschieden, welches, wenn v von 1 Grad Länge ist, für NM noch immer 4 Toisen Unterschied geben würde, und für 1 Meile würde der Unterschied noch über 1 Zoll seyn. Uebrigens wird dieser Unterschied gegen die Pole zu geringer, und unter den Polen selbst hört er ganz auf.

§. 33. Es sey in der 3ten Figur PQ Fig. 3.
die Erdachse, AE der Aequator, L ein beliebiger Ort PLEQA sein Meridian, LX seine verticale Linie, TLV seine horizontale Linie und Fläche, so ist TV eine Tangente, LX eine Normallinie der Ellipse PLMA, in L. Man ziehe durch L den Diameter LZ durch C, und NS durch einen beliebigen Punct K, desgleichen hM durch C, mit TV parallel, so ist HM der wahre astro-

nomische Horizont des Orts L, und NS stellt einen jeden mit diesem Horizont parallelen Durchschnitt des Erdbodens vor. Wird nemlich die Ellipsois nach der Linie NS mit dem Horizonte des Orts L parallel durchschnitten, so hat der Abschnitt die elliptische Figur NOSW (Fig. 4.) der Ort L liegt gerade über dem Punct R, und ist demnach von jeden Puncten des Umkreises NOSW ungleich entfernt. Zieht man jede Linie nRm, so stellt diese eine durch R gehende Chorde vor, und RL (Fig. 3.) ist die allen diesen Chorden gemeinsame Sagitte.

§. 34. Man ziehe HBI durch K mit dem Aequator AE parallel, so stellt HI die ortographische Projection einer mit dem Aequator parallelen Fläche vor, die eben so wie der Aequator circular ist, und ihren Mittelpunct in B hat. Aus B beschreibe man auf HI den halben Circul HWI, und aus K ziehe man den Sinus KW auf HI senkrecht; so ist KW die längere halbe Axe, NK=KS die kürzere halbe Axe der abgeschnittenen Ellipse, so die vierte Figur vorstellt, und wo N, O, S, W zugleich die vier Weltgegenden anzeigen, wenn P als der Nordpol angesehen wird.

§. 35. Man setze nun

$AC = CE = 1$
$PC = CQ = b$
$bCP = LDE = \varphi$, die Polhöhe
$KL = z$

so findet man

$$CL = \sqrt{\left(\frac{1 + b^4 \, tang\, \varphi^2}{1 + b^2 \, t\varphi^2}\right)}$$

$$CM = \frac{b \sec \varphi}{\sqrt{(1 + b^2 t\varphi^2)}}$$

$$KS = \frac{b \sec \varphi}{\sqrt{(1 + b^2 t\varphi^2)}} \cdot \sqrt{\left[2z\sqrt{\left(\frac{1 + b^2 t\varphi^2}{1 + b^4 t\varphi^2}\right)} - zz.\left(\frac{1 + b^2 t\varphi^2}{1 + b^4 t\varphi^2}\right)\right]}$$

$$KW = \sqrt{\left[2z.\sqrt{\left(\frac{1 + b^2 t\varphi^2}{1 + b^4 t\varphi^2}\right)} - zz\left(\frac{1 + b^2 t\varphi^2}{1 + b^4 t\varphi^2}\right)\right]}$$

demnach

$$KW : KS = 1 : CM$$

oder

$$KW : KS = CE : CM$$

fällt nun K in C, so wird

$KW = CE$
$KS = CM$

demnach sind alle mit HM parallele Durch-

schnitte ähnliche Ellipsen, und das Verhältniß ihrer Axen ist

$= CE : CM$

§. 36. Wird nun KL unendlich klein gesetzt, so fallen die Punkte K, R, L unendlich nahe zusammen, und anstatt der Chorde nm (Fig. 4.) kann der Diameter $\nu\mu$ genommen werden. Da nun für alle diese Chorden, LR (fig. 3.) die gemeinsame Sagitte ist, so richtet sich der Halbmesser des Krümmungskreises schlechthin nach dem Quadrate der Chorden, folglich ist derselbe (fig. 4.) in Verhältniß des Quadrats von jedem halben Diameter $R\mu$. Demnach läßt er sich nun folgender maassen bestimmen.

§. 37. In der Ellipse NOSW, ist das Verhältniß der beyden Axen (§. 35.)

$$KW : KS = 1 : \frac{b \sec \phi}{\sqrt{(1 + b^2 t \phi^2)}}$$

Es sey nun in L (Fig. 3.) der Halbmesser der Krümmung des Meridians $= r$, so ist (§. 28.) in Toisen ausgedrückt

$$r = 3248840 + 42572 \sin \phi^2$$

Ferner sey der Winkel NKν (Fig. 4.) von Norden an gerechnet, $= \omega$. Da nun KN die

Projection des Mittagskreises in L gegen Norden vorstellt, so stellt K ν die Projection eines durch den Ort L gehenden Verticalbogens auf der ellipsoidischen Erdfläche vor, und dessen Gegend wird durch den Azimuthalwinkel NKν angezeigt. Es sey der Halbmesser der Krümmung dieses Bogens in L, $= \varrho$, so ist (§. 36.)

$$r : \varrho = KN^2 : K\nu^2$$

$$\varrho = \frac{r . K\nu^2}{KN^2}$$

Setzt man demnach

$$KO = 1 \quad , \quad K\nu = x$$

so ist

$$KN = \frac{b \sec \Phi}{\sqrt{(1 + b^2 t \Phi^2)}}$$

$$Kq = x . \cos \omega$$

$$q\nu = x . \sin \omega$$

und

$$x . \cos \omega = \frac{b \sec \Phi}{\sqrt{(1 + b^2 t \Phi^2)}} . \sqrt{(1 - x^2 \sin \omega^2)}$$

demnach

$$x = \frac{b \sec \Phi}{\sqrt{(\cos \omega^2 + b^2 \sin \omega^2 + b^2 t \Phi^2)}}$$

folglich

$$\varrho = r . \left(\frac{1 + b^2 t \Phi^2}{\cos \omega^2 + b^2 \sin \omega^2 + b^2 t \Phi^2} \right)$$

§. 38. Nun ist (§. 28.)

$$1 : b = 3277132 : 3262952$$

$$b = 0{,}9956730 = 1 - 0{,}0043271.$$

Hieraus folgt nach allen Reductionen

$$\varrho = r\left(\begin{array}{l}1 + 0{,}0086353\, \text{sin}\,\omega^2\, \text{cos}\,\Phi^2 \\ - 0{,}0000746.\, \text{sin}\,\omega^2\, \text{sin}\,\Phi^2\, \text{cos}\,\Phi^2 + \text{etc.} \\ + 0{,}0000746.\, \text{sin}\,\omega^4.\, \text{cos}\,\Phi^4\end{array}\right)$$

oder endlich, wenn auch hier der Werth

$$r = 3248840 + 42572.\, \text{sin}\,\Phi^2$$

gesetzt wird

$$\begin{aligned}\varrho = 3248840 &+ 42572.\, \text{sin}\,\Phi^2 \\ &+ 127.\, \text{sin}\,\omega^2.\, \text{sin}\,\Phi^2\, \text{cos}\,\Phi^2 + \text{etc.} \\ &+ 28053.\, \text{sin}\,\omega^2.\, \text{cos}\,\Phi^2 \\ &+ 242.\, \text{sin}\,\omega^4.\, \text{cos}\,\Phi^4\end{aligned}$$

§. 39. Hier können die zwey letzten Glieder weggelassen werden, nicht nur weil sie an sich sehr klein sind, sondern weil eines theils die Data nicht bis so weit zuverlässig sind, und andern theils, wenn man auf solche kleine Umstände sehen könnte, noch mehrere in dem Werthe von r (§. 27.) hätten mitgenommen werden müssen. Wir haben demnach in Toisen

$$\begin{aligned}\varrho = 3248840 &+ 42572.\, \text{sin}\,\Phi^2 \\ &+ 28053.\, \text{sin}\,\omega^2.\, \text{cos}\,\Phi^2\end{aligned}$$

Und dieses ist nun der Halbmesser der Krümmung nicht nur für jede Polhöhe nach dem Mittagskreise, sondern auch nach jedem Verticalkreise. Man sieht daraus, daß der Coefficient 28053 nur um $\frac{1}{3}$ kleiner ist, als der Coefficient 42572, und daß demnach, wo dieser in Betrachtung kömmt, jener nicht weggelassen werden kann, es sey dann $\sin\omega$ entweder $= 0$ oder sonst sehr klein.

§. 40. Unter dem Aequator ist $\varphi = 0$, demnach $\sin\varphi = 0$, $\cos\varphi = 1$, und folglich ist daselbst

$$\varrho = 3248840 + 28053.\sin\omega^2.$$

hier kömmt demnach der Azimuthalwinkel ω allein vor, und sein Coefficient behält seine völlige Grösse.

§. 41. Unter der Polhöhe von 45°, ist $\sin\varphi^2 = \cos\varphi^2 = \frac{1}{2}$, demnach ist hier

$$\varrho = 3270126 + 14026.\sin\omega^2$$

der Coefficient von ω behält demnach hier noch seine halbe Grösse. Unter dem Pol ist $\sin\varphi = 1$, $\cos\varphi = 0$, demnach ist hier

$$\varrho = 329141.$$

ω fällt hier weg, weil unter dem Pol alle Verticalbögen Meridiane sind, und einerley Krümmung haben.

§. 42. Für Deutschland können wir uns überhaupt an die mittlere Polhöhe von 50 Gr. halten, und demnach $\phi = 50°$ setzen. Dieses giebt

$$\sin\phi^2 = \tfrac{1}{2}(1 - \cos 100°) = 0{,}586824$$

$$\cos\phi^2 = \tfrac{1}{2}(1 + \cos 100°) = 0{,}413176$$

demnach

$$\rho = 3273822 + 11591 . \sin\omega^2$$

und daher die Länge eines Grades $= 57140 + 203 . \sin\omega^2$ Toisen. Nun ist $11591 = \frac{1}{282}$ Theil von 3273822, demnach ist unter der Polhöhe von 50 Graden der Halbmesser der Krümmung des Verticalbogens gegen Osten und Westen um $\frac{1}{286}$ Theil grösser, als er gegen Süden und Norden ist. Wenn man demnach bis auf einen Grad hinaus mit einem male nivelliren wollte, wo NM (fig. 2.) $= 450$ Toisen wird (§. 31.), so würde sich ein Unterschied von $\frac{450}{282}$ Toisen oder von $9\frac{1}{2}$ Fuß finden. Da man aber selten auf eine Meile weit mit einem male nivellirt, so wird auch der Unterschied $15 . 15 = 225$ mal geringer, und beträgt demnach auf eine Meile nur $\frac{1}{2}$ Zoll.

§. 43. Alle diese Bestimmungen hängen in Absicht auf ihre Zuverlässigkeit von den

gemesse-

gemessenen Graden der Erde ab. Man sieht so wohl aus obiger Tabelle (§. 25.) als in der 1. Figur, daß diese Grade noch lange nicht bis auf einen Zoll zuverlässig sind, sondern daß mehrere von dem aus allen genommenen Mittel bis auf 100 Toisen abweichen, und dieses beträgt den $\frac{1}{570}$ten Theil eines Grades. Um eben so viel, nemlich um einen 570ten Theil ist demnach auch bey dem Nivelliren, die berechnete Linie NM (fig. 2.) unzuverlässig. Soll demnach dieses nichts auf sich haben, so muß die Distanz AM um so viel geringer angenommen werden, und so muß sie, wenn man für alle Fehler stehen will, niemals viel über $\frac{1}{4}$ Meile seyn. Will man hingegen nicht so sehr auf die äusserste Schärfe sehen, wie z. E. wenn man nur überhaupt die Höhe eines entfernten Gebürges ausmißt, so kann man sich auch grösserer Distanzen bedienen. Denn in solchen Fällen kömmt es auf einige Fuß oder Klafter Unterschied so genau nicht an. Bey dem Nivelliren aber kann es allerdings darauf ankommen.

VI.

Die Stralenbrechung in Absicht auf das Nivelliren.

Fig. 2. §. 44. Ungeachtet man sich die gerade Linie AN als die scheinbare Horizontallinie vorstellt, und in dieser Absicht NM berechnet, so liegt dennoch das Object N, welches man in der Linie AN zu sehen glaubt und wirklich in deren Direction sieht, nicht in N sondern etwas tiefer gegen M, in n. Dieses folgt aus der Lehre der Stralenbrechung überhaupt. Wenn man demnach NM berechnet, so hat man dadurch die Höhe des Punctes n über M, welche eigentlich zu finden ist, noch nicht gefunden, dafern man nicht auch weiß, wie viel Nn austrägt, weil Nn von NM muß abgezogen werden. Dieses erfordert demnach noch eine besondere Untersuchung, die ich bereits 1758 in den Proprietés remarquables de la route de la lumiere par les airs &c. vorgenommen, und auf vielerley Fälle angewandt habe. Ich könnte demnach die Leser darauf verweisen. Es ist aber dieses

Tracktätgen in Holland schon seit geraumer Zeit aufgegangen, und in Deutschland wenig bekannt worden. Ich werde demnach wiewohl nur kurz, was hieher gehört, daraus anführen.

§. 45. Es sey AD die Erdfläche, C ihr Mittelpunct, AC ihr Halbmesser, oder genauer zu reden der Halbmesser des Krümmungskreises, den wir vorhin durch ϱ bestimmt haben. AF die Verticallinie des Punctes A. In A sehe man das Object B, so fallen die Lichtstralen aus B durch die Luft nach der krummen Linie BkA in A. Das Aug in A sieht den Punct B nach der Richtung der Tangente AG, und so scheint B in G zu seyn. Hingegen sieht das Aug in B den Punct A nach der Richtung der Tangente BF, und so scheint A in F zu seyn. Beydes ist nun der Effect der Stralenbrechung. Fig. 5.

§. 46. Was man nun hiebey gethan hat, um die Höhe BD zu bestimmen, ist daß man angabe, man solle nebst der Distanz AD und dem Winkel FAG, noch den Winkel FBC messen. Auf diese Art erhielt

man in dem Vierecke AGBC, die Seite AC, den Winkel ACB, und die beyden Winkel gAC, gBC. Aus diesen drey Winkeln ließ sich der vierte AgB leicht finden, aber nun auch weiter nichts. Man nahm demnach eine Hypothese zu Hülfe, und indem man sich eine durch A, B gezogene gerade Linie dachte, so setzte man den dadurch gebildeten Triangel ABg gleich-schenklicht, nemlich Ag=gB. Und dadurch würde sowohl der Winkel gAC als der Winkel gBC um die Helfte des Winkels FgA vermindert. Dieses war nun im Grunde betrachtet eben so viel als vorausgesetzt, daß der Bogen AB ein Circulbogen sey. Und so hätte man kurzweg sagen können, man wolle statt der krummen Linie AB ihren Circulus osculans gebrauchen. Dieses hätte die Zulässigkeit der Hypothese mit einem male aufgeklärt. Denn da der Bogen AB immer nur ein sehr kleines Stück des Weges ist, den das Licht durch die Atmosphäre nimmt, so kann für ein so kleines Stück ein Stück von dem Circulus osculans ganz sicher gesetzt werden.

§. 47. Nun giebt die Theorie der Stralenbrechung verschiedene hier brauchbare Lehrsätze an. So z. E. wenn CB, CA unveränderlich bleiben, und nur der Winkel ACB sich verändert, so bleibt auch das Verhältniß zwischen dem Sinus von FAg und dem Sinus von gBC einerley, vorausgesetzt, daß auch der Zustand der Luft einerley sey.

§. 48. Ferner giebt die Theorie folgenden Lehrsatz an. Man setze, die Luft so dichte sie in A ist, erstrecke sich bis in die Höhe des Puncts g, und von da an bis in die Höhe von B habe sie die Dichtigkeit, so sie in B hat, so nimmt das Licht den Weg BgA, und kömmt eben so in A, als wenn es den Bogen BkA durchlaufen hätte. Dadurch werden alle die Brechungen, die das Licht in jeden Luftschichten zwischen den Höhen von B und A leidet, auf eine einige Brechung in g gebracht, und so lange AC, BC einerley sind, und demnach nur der Winkel ACB sich ändert, ist auch das Verhältniß *sin* FgC : *sin* AgC beständig. Und FgA ist die Summe beyder Stralenbrechungen gAB + gBA.

§. 49. Man ziehe AR auf AG senkrecht, und F sey das Centrum des Circuls, welcher den Bogen AB in A osculirt. Ferner verlängere man AC gegen E, und aus R ziehe man RE auf ACE senkrecht, so giebt die Theorie der Stralenbrechungen ebenfalls an, daß die Centra osculi aller auf A fallenden Lichtstralen auf der Linie ER liegen. So z. E. wenn der Lichtstral BkA in A horizontal oder FAG = 90 Gr. ist, so fällt der Punct R in E, und AE ist der Halbmesser der Krümmung des horizontalen Lichtstrals in A. Wenn demnach AE bekannt ist, so kann AR für jeden Winkel FAG gefunden werden, weil man nur AR auf AG senkrecht zu ziehen hat. Dabey ist nun FAG = ARE, und wenn man den Bogen AkB circular setzt, so ist auch FgA = ARB, demnach auch HFB = BRE.

§. 50. Man setze nun, der Winkel ACB bleibe, hingegen verändere sich die Höhe DB, so nimmt die Länge des Bogens AB sehr genau, wie die Secante des Erhöhungswinkels BAD zu. In eben der Verhältniß aber vergrössert sich auch AR, demnach wenn ACB bleibt, so bleibt auch das Ver-

hältniß zwischen AB, AR, demnach auch der Winkel ARB = FgA = 2. gAB. Die Refraction hängt demnach nicht von der Höhe des Objects B, sondern schlechthin nur von seiner horizontalen Distanz AB ab.

§. 51. In den Routes de la lumiere habe ich aus verschiedenen Beobachtungen gefunden, daß AE = 7. AC angenommen werden kann, und daß demnach der horizontale Lichtstral in A sich 7 mal weniger krümmt, als die Erdfläche. Daraus folgte ebenfalls, daß (fig 2. §. 44.) Nn der $\frac{1}{7}$ Theil von NM ist. Und so ergab sich das Mittel, Nn durch NM auf eine leichte Art zu bestimmen.

§. 52. Hieraus folgt nun allerdings, daß bey dem Nivelliren in allen Fällen, wo NM beträchtlich ist, Nn nicht aus der Acht gelassen werden kann. So z. E. wenn AM = 4000 Toisen oder 1 Meile ist, so ist nach der Picartschen Tabell NM = 14 $\frac{2}{3}$ Fuß, demnach Nn der 7te Theil davon oder 2 $\frac{2}{21}$ Fuß, und damit allerdings beträchtlich, zumal da bey Wasserleitungen oft auf solche kleine Unterschiede alles ankömmt.

§. 53. Es richtet sich aber die Länge AE (fig. 5.) nach dem Zustande der Luft und so kann sie in etwas veränderlich seyn. Man sieht auch besonders die horizontalen Stralenbrechungen für sehr veränderlich an, und behauptet, daß sie sich zuweilen augenblicklich ändern. Ich habe davon eine einige Probe gemacht, und diese werde ich hier anführen. Ich beobachtete den Eintritt der Venus in die Sonnenscheibe den 3ten Brachmonat 1769 auf der Berlinschen Sternwarte durch ein sehr gutes Spiegeltelescop. Die Sonne war noch etwann 3 Grade über dem Horizont, und ihr Rand sahe ringsherum, besonders aber oben und unten sehr höckericht, wie eine Säge aus, so daß schon daher der eigentliche Eintritt der Venus weder sogleich erkannt noch beobachtet werden konnte. Die Zacken und Einschnitte am Rande waren anfangs kaum $\frac{1}{4}$ Minute hoch und tief, sie wurden aber immer zusehends grösser. Endlich ließ sich der Eintritt der Venus ganz oben am Rande theils durch die grössere Breite, theils durch die dunklere Farbe erkennen. Von da an sollte sich Venus ganz ordentlich und nach und nach tiefer in die Sonne senken. Dieses schien aber ganz

anders. Es war, als wenn sie sich, wie die Enten im Wasser, eintauchte und wieder heraus zog. In Zeit von einigen Secunden schien sie zuweilen in einer ablangen Figur bis über $1\frac{1}{2}$ Minuten tief eingesenkt, und gleich darauf wiederum ganz heraus zu seyn, und da die Sonne mit ihrem untern Rande am Horizont war, so schien es, als wäre am obern Rande nordwerts ein ganzes Stück von der Sonne weggekommen, welches sich aber gleich wieder herstellte, und so gieng die Sonne unter, ohne daß man im geringsten hätte entscheiden können, wie viel oder wie wenig Venus in die Sonnenscheibe eingetreten war. Dieses Phänomenon des schnellen Eintauchens, des höckerichten Randes und des abgeschnittenen Stückes der Sonne, zeigt nicht nur augenblickliche Veränderungen in der horizontalen Stralenbrechung an, sondern es folgt auch daraus, daß die Lichtstralen sich in der Luft müssen durchkreutzt haben. Denn von dem Theil der Sonnenscheibe, der weggefallen zu seyn schien, müssen die Stralen so ins Auge gefallen seyn, als wenn sie aus dem übrigen Theil der Sonne hergekommen wären, und so fielen sie wirklich tiefer ins Aug, als die

von dem sichtbar gebliebenen Theile. Der Unterschied betrug beyläufig $1\frac{1}{2}$ Minuten, und so groß waren demnach damals die augenblicklichen Veränderungen der horizontalen Stralenbrechungen. Sie eräugnen sich nahe bey der Erdfläche, wo der Lichtstral durch eine ziemliche Strecke horizontal bleibt, und in so fern kommen sie auch bey dem Nivelliren in Betrachtung, und sind ein Grund mit, warum man nicht viel über $\frac{1}{4}$ Meile mit einem male hinaus nivelliren solle, wenn man für alle Fehler gut stehen will.

§. 54. Da man aber bey Ausmessung der Höhe entfernter Objecte nicht immer nöthig hat, auf so kleine Unterschiede zu sehen, so werde ich (fig. 5) $AE = 7. AC$ setzen, und die Tabelle, so ich in den Routes de la lumiere für die Länge eines Grades von 57000 Toisen berechnet habe, hier zum allgemeinern Gebrauche beyfügen. Diese Tabelle bezieht sich auf die zweyte Figur, und die Zahlen sind französische Toisen. Da sich dabey Nn wie das Quadrat von AM verhält, so kann Nn auch für grössere Distanzen berechnet werden. Und hinwiederum wenn die Zahlen AM $\frac{1}{15}$ Theile von

Toisen vorstellen, so stellen die Zahlen Nn $\frac{1}{100}$ Theile von Toisen vor. So auch wenn die Zahlen AM $\frac{1}{100}$ Theile von Toisen vorstellen, so stellen die Zahlen Nn $\frac{1}{10000}$ Theile von Toisen vor. Endlich wenn die Zahlen AM Fuße vorstellen, so darf man nur die Zahlen Nn verdoppeln, um Nn in Zollen zu haben. So z. E. wenn AM=6761 Fuß ist, so ist Nn=2 Zoll. Und allemal hat man NM=7. Nn, und nM=6. Nn.

Tafel zur zweyten Figur
in Französischen Toisen.

Nn	AM	Nn	AM	Nn	AM
1	6761	34	39427	67	55344
2	9562	35	40002	68	55758
3	11711	36	40570	69	56166
4	13523	37	41130	70	56571
5	15119	38	41680	71	56974
6	16562	39	42226	72	57374
7	17889	40	42764	73	57770
8	19124	41	43296	74	58165
9	20285	42	43820	75	58556
10	21388	43	44338	76	58940
11	22425	44	44851	77	59333
12	23422	45	45357	78	59719
13	24379	46	45860	79	60098
14	25[illegible]00	47	46354	80	60477
15	26187	48	46845	81	60855
16	27046	49	47331	82	61230
17	27879	50	47812	83	61600
18	28687	51	48287	84	61970
19	29470	52	48758	85	62338
20	30238	53	49224	86	62705
21	30985	54	49687	87	63069
22	31715	55	50144	88	63430
23	32427	56	50599	89	63788
24	33125	57	51049	90	64146
25	33808	58	51495	91	64501
26	34478	59	51937	92	64854
27	35134	60	52375	93	65206
28	35778	61	52810	94	65556
29	36412	62	53240	95	65903
30	37035	63	53668	96	66250
31	37647	64	54092	97	66595
32	38249	65	54514	98	66937
33	38842	66	54931	99	67277
34	39427	67	55344	100	67615

Eben die Tafel in Rheinländschen 12füßigen Ruthen.

Nn	AM	Nn	AM	Nn	AM	Nn	AM
0	0	36	29223	72	41327	108	50615
1	4870	37	29626	73	41613	109	50849
2	6888	38	30023	74	41897	110	51881
3	8436	39	30416	75	42179	111	51313
4	9741	40	30803	76	42459	112	51544
5	10891	41	31186	77	42738	113	51773
6	11930	42	31564	78	43014	114	52002
7	12886	43	31938	79	43289	115	52229
8	13776	44	32307	80	43562	116	52456
9	14611	45	32672	81	43834	117	52682
10	15402	46	33032	82	44104	118	52906
11	16153	47	33390	83	44372	119	53130
12	16872	48	33743	84	44638	120	53353
13	17561	49	34093	85	44903	121	53575
14	18223	50	34439	86	45167	122	53796
15	18863	51	34782	87	45428	123	54016
16	19482	52	35121	88	45689	124	54234
17	20081	53	35457	89	45947	125	54453
18	20664	54	35790	90	46205	126	54670
19	21230	55	36120	91	46461	127	54887
20	21781	56	36447	92	46715	128	55103
21	22319	57	36771	93	46969	129	55318
22	22844	58	37092	94	47221	130	55531
23	23358	59	37410	95	47471	131	55744
24	23860	60	37726	96	47720	132	55957
25	24352	61	38039	97	47968	133	56168
26	24834	62	38350	98	48215	134	56379
27	25308	63	38658	99	48460	135	56589
28	25772	64	38963	100	48704	136	56798
29	26228	65	39267	101	48947	137	57007
30	26676	66	39568	102	49179	138	57214
31	27117	67	39866	103	49429	139	57421
32	27551	68	40163	104	49669	140	57628
33	27978	69	40457	105	49907	141	57833
34	28399	70	40749	106	50144	142	58038
35	28814	71	41039	107	50380	143	58242
36	29223	72	41327	108	50615	144	58445

§. 55. In dieser zweyten Tafel habe ich zwölffüßige Rheinländische Ruthen gebraucht, und solche stellen demnach beyde Columnen AM und Nn vor. Man kann aber auch die Zahlen AM als Rheinländische Fuß ansehen, und alsdann sind die Zahlen Nn zwölftheilige Zolle. Sieht man die Zahlen AM als Zolle an, so stellen die Zahlen Nn $\frac{1}{144}$ Theile eines Zolles, oder $\frac{1}{12}$ Theile einer Linie vor. Sieht man endlich die Zahlen AM als zwölftheilige Linien an, so stellen die Zahlen Nn $\frac{1}{1728}$ Theile solcher Linien vor. Auf diese Art geht die Tafel in einem fort, weil sie von 0 bis auf 144 als das Quadrat von 12 geht, und die letzte Zahl 58445. 12mal grösser als die erste 4870 ist. Die Distanzen AM gehen demnach

1°. von 4870 Linien bis auf 58445 Linien = 4870 Zoll.
2°. von 4870 Zoll bis auf 58445 Zoll = 4870 Fuß.
3°. von 4870 Fuß bis auf 58445 Fuß = 4870 Ruthen.
4°. von 4870 Ruthen bis auf 58445 Ruthen.

demnach erstreckt sich die Tafel in der That von 4870 Linien = $2°. 9'. 9''. 10'''$ bis auf $58445°$, wenn man der Ordnung nach

AM	Nn
in Linien	$\frac{1}{144}$ Puncte oder $\frac{1}{1728}$ Linien
Zoll	$\frac{1}{12}$ Linien oder Puncte
Fuß	Zoll
Ruthen	Ruthen

nimmt.

§. 56. Es sey z. E. für AM = 4000 Fuß, Nn zu finden. Da nun diese Zahl kleiner als die erste Zahl der Columne AM ist, so verwandle man sie in Zolle, und da man 48000 Zoll erhält, so findet sichs, daß Nn zwischen 97 und 98 fällt, und dieses sind $\frac{1}{12}$ Theile von Linien, weil AM in Zollen genommen worden. Demnach, da es hiebey unnöthig ist zu interpoliren, und Nn ohnehin viel näher bey 97 ist, so hat man Nn $= \frac{97}{12}$ Linien $= 8\frac{1}{12}$ Linien.

§. 57. Es sey AM = 700 Ruthen. Diß giebt 8400 Fuß, und so sieht man gleich, daß Nn etwas weniges kleiner als 3 Zoll ist. Da die ersten Zahlen der Columne AM sehr stark von einander verschieden sind, und daher das Interpoliren dabey unsicher wird, so multiplicire man die 8400 durch 6, so erhält man 50400. Diese Zahl sucht man

unter AM auf, und so findet man, daß sie nahe bey 107 ist, und wenn der proportional Theil genommen wird, Nn = 107,085 giebt. Da aber hiedurch AM 6 mal grösser gemacht worden, so ist Nn 6. 6 = 36 mal grösser gemacht, und so ist Nn $= \frac{107,085}{36} = 2,975$ Zoll $= 2'', 11\frac{7}{10}'''$. Man hätte die 8400 auch durch 5, 4 ꝛc. multipliciren können, und dann hätte man Nn durch 25, 16 ꝛc. theilen müssen. Hingegen mit 7, 8, 9 ꝛc. würde man Zahlen gefunden haben, die grösser als die Zahlen AM der Tafel gewesen wären.

§. 58. Für diese zweyte Tafel habe ich die oben (§. 42.) für die Polhöhe von 50. Grad gefundene Formel

$$\varrho = 3273822 + 11591 . \sin\omega^2$$

mit Weglassung des 2ten Gliedes zum Grunde gelegt, und demnach

$$r = 3273822 \text{ Toisen}$$

gesetzt. Dieses giebt in Rheinländischem Maasse

$$2r = 3388660 \text{ Ruthen.}$$

demnach (§. 30.)

$$NM = \frac{vv}{3388660}$$

und

und weil NM = 7. Nn genommen wird (§. 51.)

$$vv = 7 \cdot 3388660 . Nn$$

$$v = \sqrt{(23720620 . Nn)}$$

wofür ich aber wegen bequemerer Rechnung

$$v = \sqrt{(23721000 . Nn)}$$

gesetzt habe. Und dieses konnte ohne Bedenken geschehen, weil, wenn auch alles übrige äusserst genau wäre, die Vergleichung des Rheinländischen und Pariser Maasses eben nicht bis auf $\frac{1}{60000}$ Theil feste gesetzt ist. Man kann aber noch viel weniger sagen, daß die ausgemessene Grade auf 60000 nicht 1 fehlen. Und es ist schon viel, wenn dabey auf 6000 nicht 1 fehlen sollte. Sodann ist das weggelassene zweyte Glied von der Art, daß es den Halbmesser r um $\frac{1}{280}$ Theil vergrössern kann (§. 42.) und um eben den $\frac{1}{280}$ Theil kann es NM und damit auch Nn kleiner machen. Alles dieses macht, wie schon erwähnt worden, daß man, wo bey dem Nivelliren alle Schärfe zu beobachten ist, die Distanz AM nicht viel über $\frac{1}{4}$ Meile annehmen müsse. Aus der Tabelle erhellet, daß

wo AM = 6888 Fuß ist, Nn = 2 Zoll, demnach NM = 14 Zoll ist, diese 14 Zoll geben 1(8 Linien, und da macht freylich der $\frac{1}{280}$ Theil nur einen Unterschied von $\frac{4}{7}$ Linien. Auf eine doppelt oder 3fach grössere Entfernung, würde aber dieser Unterschied schon 4 oder 9 mal grösser, weil er wie das Quadrat der Distanz zunimmt, und so wäre derselbe auf 1 Meile $\frac{3}{4}$ Zoll.

§. 59. Was die Verhältnis NM = 7. Nn betrift, so habe ich bereits angemerket, daß sie sich nach dem Zustande der Luft richtet, und in sofern etwas veränderlich ist. Sie verändert sich auch allerdings nach der Höhe der Oerter über der Meeresfläche, aber lange nicht so viel, als nach **Bouguers** Vorgeben, als wenn in einer Höhe von 5158 Toisen alle Stralenbrechung ganz aufhörte, folgen würde. Dieses Vorgeben ist von **Lulofs** und andern, denen eine Autorität statt der Gründe dient, nachgeschrieben worden. Allein Herr **Röhl** merkt mit Recht an, daß es ganz offenbaren Erfahrungen zuwieder

ist. Man kann sicher schliessen, daß wo die Luft noch Stralen zurücke werfen kann, sie gewiß auch noch Stralen bricht. Die 5158 Toisen sind noch keine 1½ Meilen, und zuweilen stehen die Wolken so hoch. Auch geben die zuverlässigsten und selbst auch **Bouguers** Tabellen, daß das Barometer in solcher Höhe noch 8 Zoll hoch stehen müsse, und sich noch viele Meilen höher erstrecke. Wenn man leicht setzt, daß die von **Bouguer** am Meere und in den Höhen von 1479, 2044, und 2388 Toisen beobachteten oder vielleicht auch nur berechneten Horizontalrefractionen um ½ Minute unzuverlässig sind, so würde man statt der von ihm gebrauchten Parabel unzählige andere krumme Linien als Hypothesen annehmen können. Und wegen der Art, wie die Luft sich mit den Höhen verdünnet, ist es ungleich wahrscheinlicher, daß mit zunehmender Höhe die Stralenbrechung in Form einer asymtotischen Linie immer langsamer abnimmt, da sie hingegen nach der Bouguerschen Formel immer schneller abnehmen müßte. Denn

nach dieser Formel wåre die Stralenbrechung in der Hôhe von 5033 Toisen noch von 4 Minuten, und 125 Toisen hôher wůrde sie = 0 seyn. Die Luft můßte ganz anders beschaffen seyn, wenn dieses angehen sollte, zumal in einer so geringen Hôhe als 5158 Toisen sind. Von den vier Beobachtungen gebrauchte Bouguer zwo, um die Parabel zu bestimmen. Um sie aber zu průfen, håtte er Beobachtungen in Hôhen von 4000 bis 5000 Toisen haben sollen. Da er aber diese nicht haben konnte, so håtte er auch besser gethan, wenn er die Parabel håtte fahren lassen.

§. 60. Indessen ist es an dem, daß in der untern Luft die astronomischen Refractionen mit der zunehmenden Hôhe des Ortes sehr merklich abnehmen. Ich habe in den Routes de la lumiere die Methode angegeben, wie man sich des Halbmessers der Krůmmung AE (fig. 5.) bedienen kônne, um aus denen fůr den Ort A beobachteten Refractionen, die fůr einen hôhern Ort B zu berechnen,

Man sieht leicht, daß diese Methode nur so weit reicht, als die Voraussetzung des Circulus osculi ohne merklichen Fehler zulässig ist. Und so ergab es sich, daß wenn BD = 1000 Toisen ist, die astronomischen Refractionen für A ungefehr um $\frac{1}{6}$ Theil vermindert werden müssen, wenn sie für B dienen sollen. Dieses versteht sich aber von dem Europäischen Clima. Denn in Peru ist die untere Luft wegen der Wärme überhaupt dünner, und in sofern ist auch die Verminderung der Stralenbrechung geringer. Nach den Bouguerschen Beobachtungen würde sie erst in einer Höhe von 1300 Toisen einen $\frac{1}{6}$ Theil betragen.

VII.

Untersuchung der Fehler, so von den Winkeln und der Distanz abhängen.

§. 61. Was wir bisher von der Ründung der Erde und der Stralenbrechung angemerkt haben, ist es noch nicht alles, worauf man Achtung zu geben hat. Bey der wirklichen Ausübung kommen noch andere Umstände hinzu, die ebenfalls in Betrachtung gezogen werden müssen. Was man nemlich dabey auszumessen hat, wird ebenfalls nicht immer so genau gemessen, als man es in der Theorie voraus setzt. Es ist daher nöthig die Folgen davon zu bestimmen, damit man jedesmal den Grad der Zuverlässigkeit anzugeben im Stande sey.

§. 62. Das erste, so sich hier anbeut, sind die Winkel. Das Instrument soll die Horizontallinie angeben, es kann aber leicht um einen Winkel von etlichen Secunden oder gar von etlichen Minuten davon abweichen.

Letzteres geschieht besonders, wenn man statt eines Fernrohrs sich mit Dioptern begnügt, oder wie bey der oben (§. 19.) erwähnten Wasserwage, mit blossem Auge über die Fläche des Wassers wegzielt. Bleibt man aber nicht bey der Horizontallinie, sondern man mißt bey erhabenern Objecten die Erhöhungswinkel, so kommt auch noch die Unzuverlässigkeit bey diesem Winkel vor. Hier können zuweilen die Fehler, so von der Horizontallinie und von dem Erhöhungswinkel herrühren, einander aufheben, wenn der eine zuviel giebt was dem andern abgeht. Es kann aber auch seyn, daß sie sich aufhäufen und dadurch doppelt grösser werden.

§. 63. Was man hiebey zu thun hat, ist, daß man sich von dem Grade der Zuverlässigkeit des Instruments voraus versichere. So z. E. bestimmt man bey dem Fernrohr, wie klein der Winkel ist, der sich dadurch noch erkennen läßt. Für das blosse Aug, so weit es deutlich sieht, schätzt man den Grad der Zuverlässigkeit auf 2 Minuten. Und so habe ich ihn auch in den **Beyträgen zur Mathematik** durch Versuche gefunden. Vergrössert nun das Fernrohr z. E.

30 mal, so vermindert es die Unzuverlässigkeit erst bemeldter 2 Minuten, 30 mal, und bringt den Grad der Zuverlässigkeit auf 4 Secunden eines Grades. Dieser Grad wird in 8 Secunden verwandelt, wenn das Fernrohr nur 15 mal vergrössert.

§. 64. Wird nun, wie bey der Picartschen Wasserwage, die Horizontallinie durch ein Senkbley bestimmt, so muß auch hier der Grad der Zuverlässigkeit untersucht werden. Man mißt die Länge des Fadens, sieht sie als einen Halbmesser an, und berechnet, wie groß in dem damit beschriebenen Circulbogen eine Minute ist, und ob noch kleinere Theile sichtbar sind. Man setze, z. E. der Faden sey 4 Fuß lang. Dieses giebt 4 mal 1440 = 5760 Decimaltheilchen von Linien. Nun ist 1 Minute der $\frac{1}{3437,75}$ Theil des Halbmesser, demnach hat auf dem mit einem Halbmessers von 4 Fuß beschriebenen Circulbogen eine Länge von $\frac{5760,00}{3437,75} = 1\frac{2}{3}$ Decimaltheilchen von Linien, und ist demnach mit blossem Auge noch gut kenntlich. Man setze nun, daß man durch ein Ocularglaß von 1 Zoll Focallänge sehe, so vergrössert dieses 8 mal mehr, als wenn man mit blos-

sem Auge in einer Entfernung von 8 Zoll darauf sehen wollte. Demnach sieht man die $1\frac{2}{3}$ Decimaltheile so groß, als wenn es 8 mal $1\frac{2}{3}$ oder $13\frac{1}{3}$ Decimaltheile oder $1\frac{2}{15}$ Linie wären. Und so liessen sich darauf noch wohl 12 kenntliche Theile, und damit Winkel von 5 Secunden unterscheiden. Es bedeckt aber die Dicke des Fadens einen beträchtlichen Theil der $1\frac{2}{3}$ Decimaltheile, und so bleibt man leicht um 12 oder 15 Secunden ungewiß. Wenn also gleich das Fernrohr genauer ist, so werden sich zwar damit die Winkel schärfer messen lassen, allein bey der Bestimmung der Horizontallinie bleibt man mehr zurücke. Die Prüfung der Röhre mit der Luftblase habe ich bereits oben (§. 20.) angeführt. Da aber die Luftblase nur anzeigt, daß die gläserne Röhre inwendig horizontal liegt, so muß man sich versichern, daß die Axe des dabey angebrachten Fernrohrs alsdann auch horizontal liege.

§. 65. Der leichteste Anschlag, den man hiezu giebt, ist, daß man die Prüfung an einem stille stehenden Wasser vornehme, welches aber in die 200 bis 300 Fuß lang

seyn muß. Das Instrument wird an dem einen Ende gestellt, und an dem andern ein Stab aufgerichtet, an welchem in gleicher Höhe über dem Wasser mit der Axe des Fernrohrs ein Zeichen gemacht wird. Nach diesem Zeichen wird das Fernrohr gerichtet, und wenn es so horizontal liegt, wird die gläserne Röhre ebenfalls in die horizontale Lage gebracht, und an dem Fernrohre befestigt. Der Fehler, den man hiebey leicht begehen kann, ist, daß das Zeichen an dem Stabe um $\frac{1}{2}$ Linie zu hoch oder zu tief gemacht wird. Man setze die Entfernung desselben 200 Fuß, oder 28800 Linien, oder 57600 halbe Linien. Demnach ist der Fehler $\frac{1}{57600}$ Theil der Distanz, als Halbmesser betrachtet. Da nun 1 Secunde der $\frac{1}{206265}$ Theil des Halbmessers ist, so beträgt die Unzuverlässigkeit $\frac{206265}{57600}$ demnach $3\frac{1}{2}$ Secunden. Sie wird doppelt grösser, wenn man um 1 Linie fehlt, und so auch, wenn die Distanz nur von 100 Fuß ist. Uebrigens beträgt die Ründung der Erde auf 200 Fuß nur $\frac{1}{7}$ Linie, und so kommt sie hiebey nicht in Betrachtung. Hingegen würde sie auf 400 Fuß $\frac{4}{7}$ oder $\frac{16}{27}$ Linien be-

tragen, und so viel müßte man an dem Stabe das Zeichen höher setzen.

§. 66. Da man aber nicht aller Orten stille stehendes Wasser von solcher Länge hat, so muß man auf andere Mittel bedacht seyn. Hier besteht wiederum das einfachste das sich anbeut, in zween Stäben. Man richtet nemlich den Tubum so gut man kann horizontal, und befestigt die gläserne Röhre mit der Luftblase ebenfalls in einer horizontalen Lage an demselben. Der eine Stab wird neben dem Tubus aufgerichtet, und in der Höhe der Axe des Tubus ein Zeichen daran gemacht. Den andern richtet man in einer Entfernung von 200 Fuß so auf, daß er durch den Tubus gesehen werde. Und an demselben wird an dem Punct, der mitten im Tubo erscheint, ein Zeichen gemacht. Man setze nun, der Tubus ziele um etwas zu hoch. Man trage ihn demnach neben den andern Stab, und richte ihn gegen den ersten dergestalt, daß die gläserne Röhre horizontal zu liegen komme, so wird der Tubus auch hier um eben so viel zu hoch treffen, wenn er gegen den ersten Stab gerichtet wird. Es seyen z. E. die zween Stäbe

Fig. 6. A D, B F. Man habe in B mit dem Fernrohr aus C nach D gezielt, und hinwiederum in A aus E nach F; so machen die Linien CD, EF mit dem Horizonte gleichen Winkel. Halbirt man nun ED in k, CF in g, so sind die Puncte k, g in gleicher Erhöhung. Trägt man demnach Ek aus g in h herunter, so sind auch die Puncte E, h in gleicher Höhe, und das Fernrohr in E kann nach dem Punct h gerichtet, und sodann die gläserne Röhre mit der Luftblase in ihrer Lage dergestalt verändert werden, daß sie zugleich mit der Axe des Fernrohrs horizontal liege. Nach diesem kann die Prüfung nochmahls vorgenommen, und so oft man es nöthig findet, wiederholt werden. Man muß sich aber von der Güte der Röhre mit der Luftblase, wie oben erwähnt worden, (§. 20.) voraus versichert haben. Denn darauf kommt hier fast alles an. Ein drittes Mittel, so mir von dem vortreflichen Mechanico Hrn. **Brander** in Augspurg mitgetheilt worden, werde ich im folgenden Anlaß haben anzuführen.

§. 67. Wie man aber nun immer den Grad der Zuverlässigkeit bey Bestimmung

der Winkel erörtert hat, so haben die daher zu besorgenden Fehler bey dem Nivelliren den Erfolg, daß sie in einfacher Verhältniß der Distanz zunehmen. Ein nicht genau bestimmter Winkel, der auf 200 Fuß um 1 Linie zu hoch trägt, bringt auf 400, 600, 800 ꝛc. einen Unterschied von 2, 4 6 ꝛc. Linien herfür. Und darüber muß man im Fortgange Rechnung tragen. So fern die Fehler nur von der Schärfe des Auges abhängen, geben sie ohne Unterschied bald zu viel bald zu wenig. Hängen sie aber von dem Instrument selbst ab, so geben sie immer zu viel oder immer zu wenig. Erstere Fehler heben sich im Fortgange größtentheils auf, zumal wenn die Distanzen ziemlich gleich genommen werden. Letztere aber häufen sich auf, und ihre Summe kann beträchtlich werden. Man giebt daher aus diesem und andern Gründen den Rath, daß man, nachdem man vorwerts nivellirt hat, nachgehends wiederum rückwerts nivellire. Denn trägt das Instrument zu hoch, daß man aus C in D kömmt, so kömmt man rückwerts aus D nicht wiederum in E, sondern in einen doppelt höhern Punct über D. Und so kann zwischen beyden Resultaten das

Mittel genommen werden. Es versteht sich, daß dieses ebenfalls seyn muß, wenn das Instrument zu tief trägt.

§. 68. Wenn man im Rückwertsnivelliren eben die Stationen und Distanzen nimmt, so kann man von der Ründung der Erde und der Stralenbrechung abstrahiren, wie es auch bereits Picart angemerkt hat. Der Erfolg ist, daß man im Vorwertsnivelliren auf immer höhere Puncte kömmt. Und nivellirt man von diesen Puncten an rückwerts, so kömmt man auf andere Puncte, die ums doppelte höher sind, wenn man gleich immer genau horizontal gezielt hat. Man darf also von Station zu Station die Unterschiede nur halbiren, um Puncte von gleicher Höhe zu erhalten. Uebrigens müssen auch hier immer die Distanzen nicht allzugroß seyn, theils weil man sonsten in die Luft hinauf nivelliren, theils auch weil das Halbiren nicht mehr so unbedingt zuläßig seyn würde. Uebrigens würde man bey dieser Art zu verfahren den Vortheil haben, daß man nicht nöthig hätte die Distanzen zu messen, wenn es nicht aus andern Gründen erfordert wird.

§. 69. Bey den übrigen Arten zu verfahren müssen die Distanzen gemessen werden, und was hiebey unrichtig ist, hat einen gedoppelten Erfolg. Einmal wenn man nicht durchaus horizontal nivellirt, sondern Erhöhungswinkel vorkommen, so wird die dadurch zu bestimmende Höhe der Objecte dadurch zu groß oder zu klein, weil die in der Rechnung zum Grunde gelegte Distanz zu groß oder zu klein ist. Der andere Erfolg betrift die Ründung der Erde und die Stralenbrechung. Beydes richtet sich nach dem Quadrate der Distanz. Man setze in der Formel (§. 29.)

$$NM = \frac{vv}{2r}$$

müsse $v + w$ anstatt v seyn, so muß

$$NM = \frac{(v+w)^2}{2r} = \frac{vv}{2r} + \frac{2vw + ww}{2r}$$

genommen werden, und da wird besonders bey grössern Distanzen der Ueberschuß beträchtlich. Ich will ein Beyspiel im grossen davon anführen.

§. 70. **Micheli du Crest** nahm sich, wie oben schon erwähnt worden, (§. 22.) vor, die Höhe der zu Arburg sichtbaren Alpen-

gebürge zu messen. Wir wollen an seiner Wasserwage nichts aussetzen, und so auch zugeben, daß man zu Arburg die längs dem Walliserlande liegende Gebürge nicht nur habe sehen, sondern auch jeden Berg ganz zuverlässig erkennen können. Er ließ zu Arburg ihre scheinbare Höhe über den Horizont messen. Seine Wasserwage war 24 Fuß lang, und am Ende war ein in Zoll und Linien getheilter Stab aufgerichtet. Sofern man demnach eine halbe Linie erkennen konnte, waren die Winkel bis auf $\frac{1}{2}$ Minute bestimmt. Nun war es aber um die Entfernung der Gebürge zu thun. Diese nahm er aus der grossen **Scheuchzerschen** Charte von der Schweitz. Da aber Scheuchzer die Grade der Mittags= und Breitencircul zu klein machte, so nahm Micheli du Crest eine Verbesserung vor, und dieser zufolge kam auf jeden Pariser Zoll Länge der Charte eine wirkliche Länge von 3266 Toisen 4 Fuß, demnach auf 3 Zoll 9800 Toisen, und auf 1 Fuß 39200 Toisen. Auf diese Art fand er den äussersten Gipfel des Luckmannierberges $6533\frac{1}{3}$ Toisen von Arburg entfernt. Die scheinbare Erhöhung fand er auf die Länge von 24 Fuß von 7 Zoll

9 Li=

9 Linien, welches eine Tangente = 0,02691 demnach den Erhöhungswinkel = 1° 32½′ giebt. Und hieraus berechnete er die Höhe des Berges über Arburg von 2410 Toisen, über das Meer von 2647 Toisen. Ich finde aber nach der **Mayerschen** Charte die Entfernung kaum von 60000 Toisen. Und nach einer kleinern **Seuterschen** Charte, die ich vermittelst genau beobachteter Polhöhen orientirt und in Gråde getheilt habe, finde ich ebenfalls nicht mehr. Nun beträgt nach der ersten Tafel (§. 54.) für die Distanz von 65333. Toisen, die Stralenbrechung allein schon 93 Toisen 2 Fuß, die Ründung der Erde 7 mal so viel, folglich 653 Toisen 2 Fuß, demnach der Unterschied von beyden 560 Toisen. Hingegen für die Distanz von 60098 Toisen beträgt nach eben der Tafel die Stralenbrechung nur 79 Toisen, die Ründung der Erde nur 553, der Unterschied von beyden nur 474 Toisen, welches schon 86 Toisen weniger ist. Sodann giebt die Tangente 0, 02691 für die erstere Distanz eine Höhe von 1785 Toisen, für die kleinere Distanz nur 1615, welches 143 Toisen weniger ist. Demnach würde der Berg um 86 + 143

= 229 Toisen oder 1374 Fuß niedriger seyn, als ihn *Micheli du Crest* berechnet hat. Es scheint aber noch immer zu viel zu seyn. Und vermuthlich war bey der Art die Höhen zu bestimmen ein Fehler, welcher die Erhöhungswinkel merklich vergrössert. Denn so z. E. bringt **Micheli du Crest** den höchsten Gipfel des Pilatusberges 1166 Toisen heraus. Die von ihm angegebene Distanz 25040 Toisen ist in der **Mayerschen** Charte etwas grösser, in meiner **Seuterschen** etwas kleiner, so daß also **Micheli du Crest** hier das Mittel trift. Die Stralenbrechung beträgt hier nur 14 Toisen, und so wäre die Höhe des Berges, 1166 — 14 = 1152 Toisen. Sie ist aber nach **Cappelers** barometrischen Beobachtungen um 180 Toisen geringer. Sollte dieser Unterschied allein dem Instrument oder der Art damit umzugehen, zugeschrieben werden, so würde es um 25 Minuten eines Grades die Winkel zu hoch angegeben haben. Da man dabey über das Ende eines aufgerichteten Stäbchens wegzielte, so kann die **Grimaldische** Beugung der Lichtstralen allein schon die Berge um mehrere Minuten eines Grades erhöht haben. Da ich übrigens diese Be-

obachtungen des Micheli du Crest nur anführe, um in einem Beyspiele zu zeigen, was besonders bey grossen Distanzen die unrichtige Bestimmung derselben auf sich hat, so werde ich auch die Sache nicht weiter verfolgen.

§. 71. Bey geringern Distanzen, wie sie bey dem Nivelliren müssen genommen werden, kann man dieselben gewöhnlich auch genauer messen. Indessen wenn auch eine Meßkette 50 Fuß lang ist, so verursacht das Anziehen derselben, und andere Umstände, daß man dabey leicht um 1. oder 2. Zoll verfehlt. Gewöhnlich bleibt man nicht genau in der geraden Linie, und oft wird auch die Meßkette nicht genug angezogen; alles dieses macht, daß man leicht auf 300 oder 400 Fuß, 1 Fuß zu viel herausbringt. Zuweilen ist auch das zum Grunde gelegte Fußmaaß auch nicht bis auf $\frac{1}{10}$ Linie richtig. Daher muß man es wegen des erstbemeldten Umstandes lieber zu groß als zu klein annehmen. Man setze nun z. E. daß man auf eine Weite von 6000 Fuß um 20. Fuß fehle, so hat dieses in Absicht auf die Krümmung der Erde noch nicht viel zu sagen, weil der Unterschied nur 1. Li-

nie beträgt. Hat man aber in die Höhe gemessen, so mag leicht der Erhöhungswinkel von einigen Graden seyn, und die 20. Fuß Unterschied in der Distanz geben einen beträchtlichen Unterschied in der Höhe, weil für jeden Grad über 4. Zoll Unterschied heraus kommen. Aus diesem Grunde bleibt man demnach bey dem Nivelliren sicherer bey der Horizontallinie, besonders wenn man auf grosse Distanzen hinaus mit einem male nivelliren will, weil der Fehler beym Ausmessen der Distanz zugleich mit derselben zunimmt, und der Fehler in der Bestimmung der Höhe in eben der Verhältnis anwächst.

§. 72. **Picart** beschreibt unter seinen Wasserwägungen einige, wo so wohl grössere Distanzen als Höhenwinkel vorkamen. Der Erfolg war von den übrigen, die nach kleinern Distanzen waren vorgenommen worden, verschieden, und Picart scheint den Unterschied nicht einem Fehler des Instruments, sondern der veränderlichen Stralenbrechung zuzuschreiben. Da er indessen die Umstände angiebt, so lassen sie sich in dieser Absicht untersuchen. Das erste mal waren die zwey Oerter das Capucinerkloster zwischen Seve

und Meudon, und der Thurm U. L. F. zu Paris. Dieser letztere Ort sey in der 5ten Fig. 5.
Figur A, weil er niedriger liegt, der erstere B; so giebt Picart folgende Ausmessungen an.

Die Distanz AD = 5040 Toisen,
den Winkel GAC = 90°. 11′. 20″,
den Winkel FBC = 89. 43. 20.

Nun giebt AD = 5040 Toisen,
den Winkel ACB = 0. 5. 17.

Da man demnach in dem Vierecke AgBC drey Winkel hat, so kann der vierte für sich daraus gefunden werden, weil alle vier zusammen 360 Grad ausmachen müssen. Man erhält demnach

die Summe der drey Winkel	= 179. 59. 57
alle vier — —	= 360. 0. 0
demnach der vierte AgB	= 180. 0. 3

Es ist aber der Winkel AgF die Summe von beyden Refractionen gAB + gBA, und überhaupt

$$AgF : ACB = AC : AE = 1 : 7$$

demnach

$$AgF = \tfrac{1}{7} . ACB = 0°. 0′. 45″$$
$$AgB \quad — \quad = 89. 59. 15$$

folglich bringt Picart diesen Winkel um 48 Secunden zu groß heraus.

§. 73. Das andere mal war A der Thurm U. L. F. zu Paris, B die Anhöhe du Griffon. Picart fand

$$AD = 9070 \text{ Toisen}$$

$$\begin{array}{lrl} \text{demnach} & ACB = & 0°.\ 9'.\ 32'' \\ \text{ferner} & gAC = & 89.\ 59.\ 35 \\ & gBC = & 89.\ 51.\ 0 \\ \hline & & 180.\ 0.\ 7 \\ & & 360.\ 0.\ 0 \\ \hline \text{demnach} & AgB = & 179.\ 59.\ 53 \\ \hline \end{array}$$

Es sollte aber seyn

$$AgF = \tfrac{1}{7}ACB = 1'.\ 22''$$

$$\text{folglich } AgB = 179.\ 58.\ 38$$

demnach bringt Picart auch hier den Winkel AgB um 1'. 15" zu groß heraus.

§. 74. Das dritte mal war B die Anhöhe du Griffon, A die Ringmauer des Krankenhauses St. Lazarus bey Corbeil. Picart fand

$$AD = 7200 \text{ Toisen}$$

$$\begin{array}{lrl} \text{demnach} & ACB = & 0°.\ 7'.\ 33'' \\ \text{ferner} & gBC = & 89.\ 50.\ 30 \\ & gAC = & 90.\ 1.\ 35 \\ \hline & & 179.\ 59.\ 38 \\ & & 360.\ 0.\ 0 \\ \hline & AgB = & 180.\ 0.\ 22 \\ \hline \end{array}$$

Es sollte aber seyn

AgF = $\frac{1}{7}$ACB = 0. 1. 5

demnach AgB — = 179. 58. 55

Und so bringt Picart auch hier den Winkel um 1′. 27″ zu groß heraus. Da demnach alle dreymal der Winkel AgB zu groß heraus kam, und besonders das dritte mal der Natur der Sache zuwider um 22″ grösser als 180 Grad war, so ist der Fehler vielmehr dem Instrumente als der geänderten Stralenbrechung zuzuschreiben. Der Fehler betrug das erste mal 55″, das zweyte mal 75″, das dritte mal 87″. Das Mittel von allen ist 72″, und da dieses auf die beyden Winkel gAB, gBA, die mit dem Instrumente waren gemessen worden, vertheilt werden muß, so scheint es, daß das Instrument diese Winkel jeden um 36″ zu klein angegeben, oder die Horizontallinie um eben so viel zu hoch getragen habe. Ein kleiner Fehler mag auch bey der Ausmessung der Distanzen AD mit eingeschlichen seyn. Dieser ist aber in Absicht auf den dadurch bestimmten Winkel ACD von keiner Erheblichkeit, weil in dem zweyten Beyspiel, wo AD am grösten war, der

Winkel ACD nur von 9′. 32″ = 572″ ist. Wenn demnach auch um 1 auf 100 wäre gefehlt worden, so würde es nur 5″ oder 6″ betragen. Indessen hatten diese Fehler bey der Art, wie Picart seine Ausmessungen gebraucht hat, nichts auf sich, und so konnte es auch seyn, daß er sich wegen der Berichtigung seines Instruments keine Mühe gab. Da er aber dessen unerachtet bey diesen Abwägungen 8½ Fuß mehr herausbrachte, als durch andere, so mit geringern Distanzen und mit mehr Genauigkeit waren vorgenommen worden, so müssen bey den hier angeführten noch andere Fehler mit untergelaufen seyn, die wir aber, weil die Umstände nicht angegeben sind, nicht untersuchen können. **Picart** hatte die Distanz 5040 aus **Viviers** Grundriß von Paris genommen, und so ist vielleicht die Distanz von netto 7200 Toisen, auch nur eine blosse Schätzung nach Stunden Weges. Denn in der Natur trift man selten auf so runde Zahlen.

§. 75. Wir haben nun noch zu sehen, wie die Höhe eines Objects B zu bestimmen ist, wenn dasselbe über der scheinbaren Horizon=

tallinie AL des Orts A liegt, wo man dessen scheinbare Erhöhung, welche = GAB ist, ausmißt, und dazu noch die horizontale Entfernung AD nimmt. Aus AD wird erstlich der Winkel ACB gesucht. Dieses kann am bequemsten nach folgender Tafel geschehen, wenn AD entweder in französischen Toisen oder in Rheinländischen 12füßigen Ruthen gemessen worden.

ACB	Toisen AD	Toisen AD	Ruthen AD	Ruthen AD	Toisen *sin* ω	Ruthen *sin* ω
60	57139	952	29572	493	202	105
50	47616	794	24643	411	169	87
40	38093	635	19714	329	135	70
30	28570	476	14786	246	101	52
20	19046	317	9857	164	67	35
10	9523	159	4929	82	34	17
9	8571	143	4436	74	30	16
8	7619	127	3943	66	27	14
7	6666	111	3450	58	24	12
6	5714	95	2957	49	20	10
5	4762	79	2464	41	17	9
4	3809	63	1971	33	13	7
3	2857	48	1479	25	10	5
2	1905	32	986	16	7	4
1	952	16	493	8	3	2

In dieser Tafel stellt die erste Columne, so wohl Minuten als Secunden eines Grades vor, Minuten für die 2te und 4te Columne, Secunden für die 3te und 5te. Sie ist übrigens nach obigen Formeln für die Polhöhe von 50 Graden berechnet (§. 58.) ohne den Winkel ω mitzurechnen. Da aber dieser Winkel auf 1 Grad 202 Toisen oder 105 Rheinländische Ruthen austragen kann, so ist der Werth davon in der 6ten und 7ten Columne mit angesetzt, um für jede Minuten zu finden, wieviel die Distanz AD für einen gegebenen Winkel ACB grösser ist, wenn B nicht in der Mittagslinie von A liegt, sondern um einen Winkel $= \omega$ davon gegen Osten oder gegen Westen abweicht.

§. 76. Der Gebranch dieser Tabell ist doppelt. Einmal kann man aus dem Winkel ACD die Distanz AD suchen. Es sey z. E. $ACD = 53'. 48''$, und AD soll in Toisen gefunden werden, so hat man für

$50'$	47616	$+ 169. \sin \omega^2$
$3'$	2857	$+ 10. \sin \omega^2$
$40''$	635	$+ 2. \sin \omega^2$
$8''$	127	

demnach für $53'. 48''$ $51235 + 181. \sin \omega^2$ Toisen.

Liegt nun B z. E. 60 Grad von A Ost- oder Westwerts, so ist $\omega = 60°$, demnach $\sin\omega^2 = \frac{3}{4}$, dieses giebt

$$\begin{array}{rr} & 51235 \\ 181 \cdot \sin\omega^2 = & 136 \\ \hline AD = & 51371 \end{array}$$ Toisen.

§. 77. Soll hingegen aus der Distanz AD der Winkel ACB gefunden werden, so kann man anfangs von dem Winkel ω abstrahiren. Und so findet sich in dem erst angeführten Beyspiele

$$\begin{array}{rr} AD = & 51371. \\ 50' = & 47617 \\ \hline & 3754 \\ 3' = & 2857 \\ \hline & 897 \\ 50'' = & 794 \\ \hline 6\frac{1}{2} = & 103 \end{array}$$

demnach wäre hier $ACB = 53'. 56''\frac{1}{2}$. Für diesen Winkel findet man in der 6ten Columne

$$\begin{array}{lr} 50' & 169 \\ 3' & 10 \\ 56\frac{1}{2} & 3 \\ \hline & 182. \end{array}$$

Diese Summe mit $\sin \omega^2 = \frac{3}{4}$ multiplicirt giebt 136; und diese Zahl in der 3ten Columne aufgesucht, giebt in der ersten $8\frac{1}{2}''$, welche von $53'. 56''\frac{1}{2}$ abgezogen, den verlangten Winkel ACB$=53'. 48''$ geben, für den Fall, wo B um 60 Grad von A ost- oder westwerts lieget.

§. 78. Hat man nun auf diese Art für eine in besondern Fällen vorkommende Distanz und Lage AD den Winkel ACD gefunden, so nimmt man davon den 14ten Theil, welcher dem Refractionswinkel GAB gleich seyn wird. Dieser muß von dem durch Messung gefundenen Winkel GAL abgezogen werden, und damit erhält man den Winkel BAL, den die Chorde BA mit der Horizontallinie AL in A macht. Da nun ferner der Winkel LAD$=\frac{1}{2}$ACB ist, so addirt man $\frac{1}{2}$ACB zu BAL, und damit erhält man den Winkel BAD. Ferner findet sich

$$ABD = ABC = 180° - ACB - BAC$$
$$= 90° - ACB - BAL$$

Und so hat man endlich die Analogie

$$\sin ABD : AD = \sin BAD : DB$$

woraus man die verlangte Höhe BD findet.

§. 79. Man setze überhaupt

$$BAC = \psi$$
$$GAL = h.$$

so ist

$$BAL = h - \tfrac{1}{14} . \psi$$
$$LAD = \tfrac{1}{2}\psi$$

demnach

$$BAD = h + \tfrac{3}{7}\psi$$

ferner

$$ABD = 90 - h - \tfrac{13}{14}\psi$$

demnach überhaupt

$$BD = AD . \frac{\sin(h + \frac{3}{7}\psi)}{\sin(90 - h - \frac{13}{14}\psi)}$$

Hier wird $h = 0$, wenn B in A horizontal gesehen wird, und eben so wird h negativ, wenn man B in A unter der Horizontallinie sieht.

§. 80. Wir wollen nun das zweyte der vorhin aus Picarts Abhandlung genommenen Beyspiele berechnen. (§. 73.) Hier war

$$gAC = 89^\circ . 59' . 35''$$

wozu wir aber 36″ als den Fehler des Instruments (§. 74.) addiren müssen, und so ist

$$gAC = 90°.\ 0'.\ 11''$$

demnach

$$gAL = b = 0.\ 0.\ 11$$

ferner ist

$$AD = 9070 \text{ Toisen}$$

demnach

$$\begin{array}{r} 9' = \underline{8571} \\ 499 \\ 30'' = \underline{476} \\ 23 \\ 1\tfrac{1}{2}'' = \underline{23} \\ 0 \end{array}$$

folglich

$$ACB = \psi = 9'.\ 31\tfrac{1}{2}''$$

$$\tfrac{3}{7}\psi = 4.\ 5$$

$$\tfrac{13}{14}\psi = 8.\ 50\tfrac{3}{4}$$

dieses giebt für die Formel

$$BAD = b + \tfrac{3}{7}\psi = 4'.\ 16''$$

$$ABD = 90 - b + \tfrac{13}{14}\psi = 89°.\ 50'\ 58''\tfrac{3}{4}$$

demnach

$$\begin{array}{rl} \log 9070 = & 3{,}9576073 \\ \log.\sin BAD = & \underline{7{,}0937911} \\ & 11{,}0513984 \\ \log.\sin ABD = & \underline{9{,}9999985} \\ \log BD = & 1{,}0513999 \end{array}$$

folglich BD = 11, 26 Toisen = 67½ Fuß.

gerade so wie Picart es nach seiner Methode vermittelst der doppelten Abwägung (§. 68.) herausbringt. Den Winkel ω haben wir hiebey nicht in die Rechnung gezogen, obgleich die Anhöhe du Griffon beynahe Südostwerts von U. L. F. zu Paris liegt. Dieses würde den Winkel ACB = ψ um etwan 1 Secunde kleiner gemacht haben, und so wäre BAD um ½ Secunde kleiner geworden. Dieses hätte in Ansehung der Höhe BD 1½ Zoll Unterschied gegeben. Da aber der Winkel GAL nicht bis auf eine Secunde genau ist, so lohnt sichs auch nicht der Mühe, eines so kleinen Unterschiedes Rechnung zu tragen.

§. 81. In Absicht auf die Distanz AD ist noch anzumerken, daß wenn sie sehr groß ist, man darauf Acht haben muß, wie sie gemessen wird. Denn in solchen Fällen wird der Bogen AD um etwas merkliches grösser als die Chorde AD, und hingegen kleiner als die Horizontallinie AL. Man setze, wie oben (§. 29.), den Bogen AD = v Toisen, den Halbmesser AC = r Toisen, so ist

$$\text{die Chorde AD} = v\left(1 - \frac{1}{24}\cdot\frac{vv}{rr} + \text{rc.}\right)$$

$$\text{die Linie AL} = v\left(1 + \frac{1}{3}\cdot\frac{vv}{rr} + \text{rc.}\right)$$

Ist demnach für die Polhöhe von 50 Grad $r = 3273822$ Toisen, und man nimmt z. E. $v = 60000$ Toisen, so findet sich

$$\log v^3 = 14,3344536$$
$$\log r^2 = 13,0301100$$
$$\log v^3 : r^2 = 1,3043436$$
$$v^3 : r^2 = 20,153 \text{ Toisen}$$
$$v^3 : 24 r^2 = 0,840$$
$$v^3 : 3 r^2 = 6,718$$

demnach

$$Arc.\ AD = 60000,000.$$
$$Chord.\ AD = 59999,160.$$
$$Tang.\ AL = 60006,718.$$

Und so ist die Chorde AD um 5 Fuß kleiner, hingegen AL um 40,3 Fuß grösser, als der Bogen AD. Man würde demnach, wenn man AL anstatt der Chorde AD nehmen wollte, in diesem Fall um 45 Fuß zu viel heraus bringen. Dieser Unterschied würde zwar in Absicht auf den Winkel

ACD

ACD nur $\frac{1}{2}$ Secunde austragen, hingegen könnte zumal, wenn der Winkel GAD viel über 1 Grad ist, die Höhe DB um 1 oder 2 Fuß zu hoch herauskommen. Denn die Formel (§. 79.) setzt voraus, daß die Chorde AD genommen werde. Da man übrigens bey dem Nivelliren aus mehrern andern Gründen die Distanzen AD viel kleiner nehmen muß, so hat dieser Unterschied alsdann auch weniger auf sich.

VIII.

Die Brandersche Wasserwage.

§. 82. Ich habe vorhin (§. 66.) erwähnt, daß Herr **Brander** ein ganz neues Mittel gefunden, die Axe des Tubus bey einer Wasserwage in eine genau horizontale Lage zu bringen. Von dem Instrumente, so wie es derselbe wirklich verfertigt, hat er mir einen Abriß zugeschickt, den ich
Fig. 7. mit seiner Bewilligung in der 7ten Figur den Lesern vorlege. Der Tubus A ist ein aus einem Stücke und von gleichem Metall gegossener Cylinder, woran das Objectivglas in a vermittelst vier Stellschrauben so gesetzt ist, daß dessen Axe mit der Axe des Cylinders genau zusammen treffe. Unten an dem Tubus ist eine kleinere messingene Röhre, worinn ein gläserner beynahe ganz mit Weingeist gefüllter Cylinder eingeküttet ist, dergestalt angemacht, daß er bey d durch eine Schraube und Spiralfeder um die am andern Ende befindliche Charniere oder Gewind gedreht werden kann. B ist das Ge-

stelle, auf welchem der Tubus in b, b eingelegt wird. Das Gestell selbst läßt sich vermittelst der Schraube E und des Gewindes bey F auf und abwerts drehen, und in E ist ein Zeiger, welcher auf einen in 60 Theile getheilten Circul weiset, um wie viel Grade, Minuten und Secunden es gedreht worden. Das unterste Brett D, wie auch das Mittelstücke B ist von nusbaumen Holze. Das Instrument wird dadurch nicht nur leichter, sondern es hat auch von Hitze und Kälte weniger Alteration auszustehen, und der Elasticität ist auch besser vorgebogen, als wenn es ganz von Messing wäre.

§. 83. Die Ausmessungen sind nun in Pariser Maaße folgende:

1. Die Länge des Bretts D ist 19½ Zoll, die Breite 5½ Zoll.

2. Die ganze Länge des Tubus 19 Zoll, der Diameter im Lichten 13 Linien, das Micrometer G, welches eine Branderische Glasscale, und von Minute zu Minute eingetheilt ist, im

Lichten 11 Linien. Die Apertur 6 Linien.

3. Die Länge EF ist zu den Schraubengängen E proportionirt, und 15 Zoll, 10 Linien, $9\frac{2}{5}$ Duodecimaltheile von Linien, so daß jeder der 60 Theile des Circuls E 6 Secunden giebt.

§. 84. Die Prüfung und Berichtigung des Instruments ist doppelt. Einmal muß das Objectivglas a so gestellt werden, daß dessen Axe mit der Axe des Tubus zusammen treffe. Man richtet das Fernrohr auf seinem Gestelle gegen ein entferntes Object, z. E. gegen eine Thurmspitze. Sodann dreht man den Tubus dergestalt um, daß C oben komme, und da muß die Thurmspitze auf dem Micrometer widerum auf die mittlere Linie G treffen. Geschieht dieses nicht, so muß man mit den Stellschrauben bey a nachhelfen, bis es eintrift.

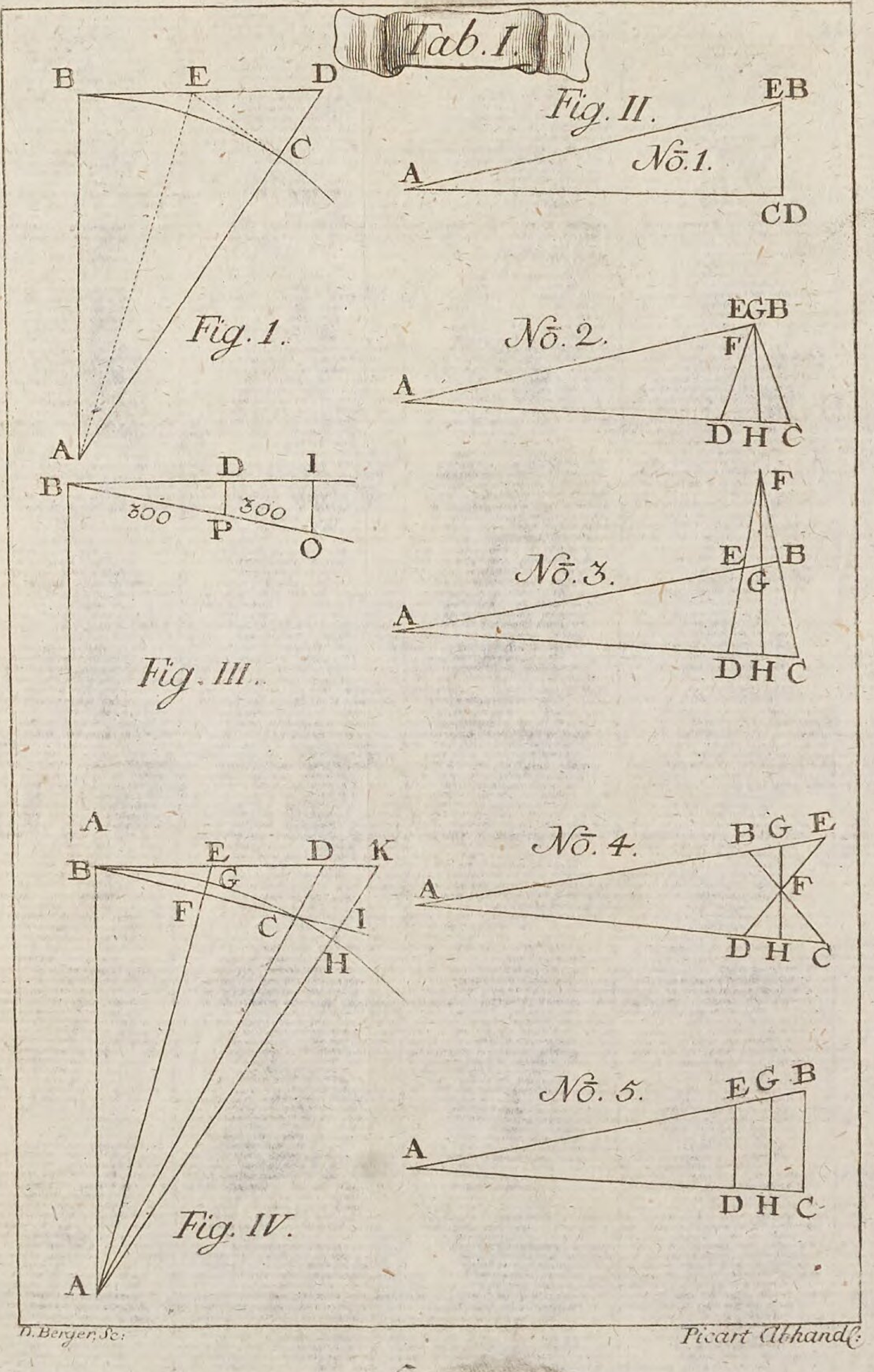
§. 85. Diese erste Prüfung hat das Instrument mit jeden Tubis gemein. Die andere Prüfung fordert, daß die Axe des Tubus, die gläserne Röhre in C, wo die

Luftblase schwebt, und die Puncten b, b wo der Tubus aufliegt, genau horizontal liegen. Man giebt demnach anfangs dem Brette D so gut es angeht, eine horizontale Lage, und dreht die Schraube d so, daß die gläserne Röhre mit dem Tubus merklich parallel sey; hierauf wird die Schraube E so gedreht, daß die Luftblase in C zwischen zwo in dem Glase eingezeichneten Linien zu liegen komme. Hierauf hebt man den Tubus aus seinem Gestelle aus, um ihn umgewandt wieder einzulegen, so daß das Objectivglas da zu liegen komme, wo vorhin das Augenglas war. Setzt sich nun die Luftblase in C wiederum zwischen eben die Zeichen, so ist es gut. Da dieses aber selten das erste mal zutrift, so muß man vermittelst der Schrauben d, E nachhelfen. Man setze, z. E. die Supports bey b, b seyn horizontal, so müste man gleich anfangs die Schraube d so drehen, daß die Luftblase in C zwischen zwo eingezeichnete Linien zu liegen komme, und so würde sie, auch bey Umwendung des Tubus wiederum in eben die Lage kommen. Sind aber die Aufliegepuncten b, b anfangs nicht horizontal, und man dreht die Schraube d, daß die

Luftblase in C komme, so wird zwar die gläserne Röhre horizontal liegen, hingegen hat der Tubus zugleich mit den Auflegepuncten eine schiefe Lage. Wendet man demnach den Tubus um, so kommt die Luftblase nicht wiederum in die horizontale Lage, sondern die gläserne Röhre liegt nun doppelt schiefer, als der Tubus. Man sieht demnach, wo der Zeiger in E steht, und dreht sodann die Schraube E, bis die Luftblase in C zwischen eben die Zeichen komme. So viel nun die Schraube E, hat gedreht werden müssen, so dreht man sie halb so viel wiederum rückwerts, und damit kommen die Aufliegepuncten b, b nebst dem Tubus in die horizontale Lage. Sodann schraubt man d dergestalt, daß die Luftblase in C zwischen eben die Zeichen komme, so ist nun allem geholfen. Man kann aber alsdann den Tubus nochmals umwenden, um sich zu versichern, ob man richtig verfahren, und allenfalls noch die letzte Verbesserung vornehmen. Wenn nun auf diese Art der Tubus horizontal liegt, so kann die Schraube E noch ferner dienen, denselben um einige Grade über den Horizont zu erhöhen, oder auch zu vertiefen. Herr **Brander** mel-

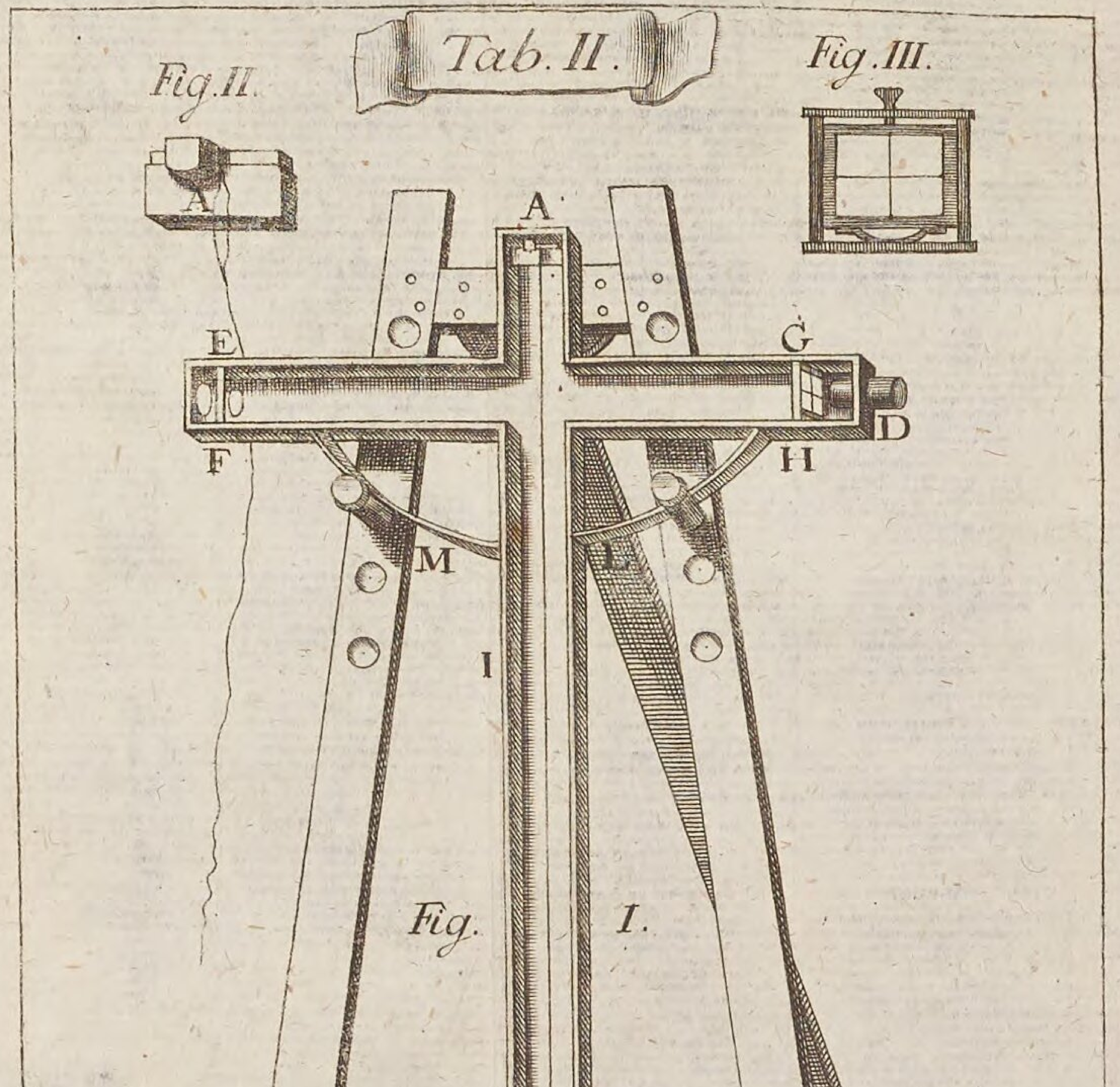
dete mir, daß er sich bey 8 oder 10 Graden einschränke, und in der That sind auch beym Nivelliren grössere Winkel unsicherer (§. 71.). Die Luftblase in C giebt, seinem Berichte nach, einen Ausschlag von 3 Secunden, und dieses ist allerdings eine Genauigkeit, die man bey hängenden Fäden, wenn sie nicht viele Fuße lang sind, nicht leicht erwarten kann. (§. 64.) Man sieht übrigens leicht, daß der Tubus in b, b, wo er aufliegt, auf das genaueste von gleicher Dicke seyn müsse, weil der Parallelismus seiner Axe mit den Aufliegepuncten schlechthin davon abhängt. Herr **Brander** erhält dieses durch besonders dazu ausgesonnene Werkzeuge. Und so meldete er mir auch, daß er Mittel gefunden, die Glasröhre in C durchs Ausschleifen so gerade zu machen, daß sie auf 1 Secunde einen Ausschlag giebt. Das Instrument hat den beträchtlichen Vorzug, daß es auch bey windigtem Wetter gebraucht werden kann. Man kann es auf einem Tisch, auf einem Block, auf einem Felsen oder Steinhaufen so feste stellen, daß auch ein Sturmwind nichts daran ändert. **Picart**, der bey seiner Wasserwage die horizontale Richtung durch ein Senkbley be-

stimmte, konnte diesen Vortheil nicht davon rühmen, und so sieht man aus seiner Abhandluug, daß er sich die bey windigtem Wetter vorgenommenen Abwägungen, nicht viel zu gut hielt. Endlich hat das auf die gläserne Scheibe G gezeichnete Micrometer vor den feinsten metallenen Fäden, den beträchtlichen Vorzug, daß die Linien 12 mal weniger breit sind als die Fäden. Denn der zarteste Silberdrath, hat noch einen Diameter von $\frac{1}{25}$ Linien, dahingegen die Strichgen auf dem Glase kaum $\frac{1}{300}$ Linien breit sind, und dennoch so gut wo nicht besser als der Draht gesehen werden.



D. Berger, Sc:

Picart Abhandl.



Picart Abhandl.

Tab. III.

Fig. I.

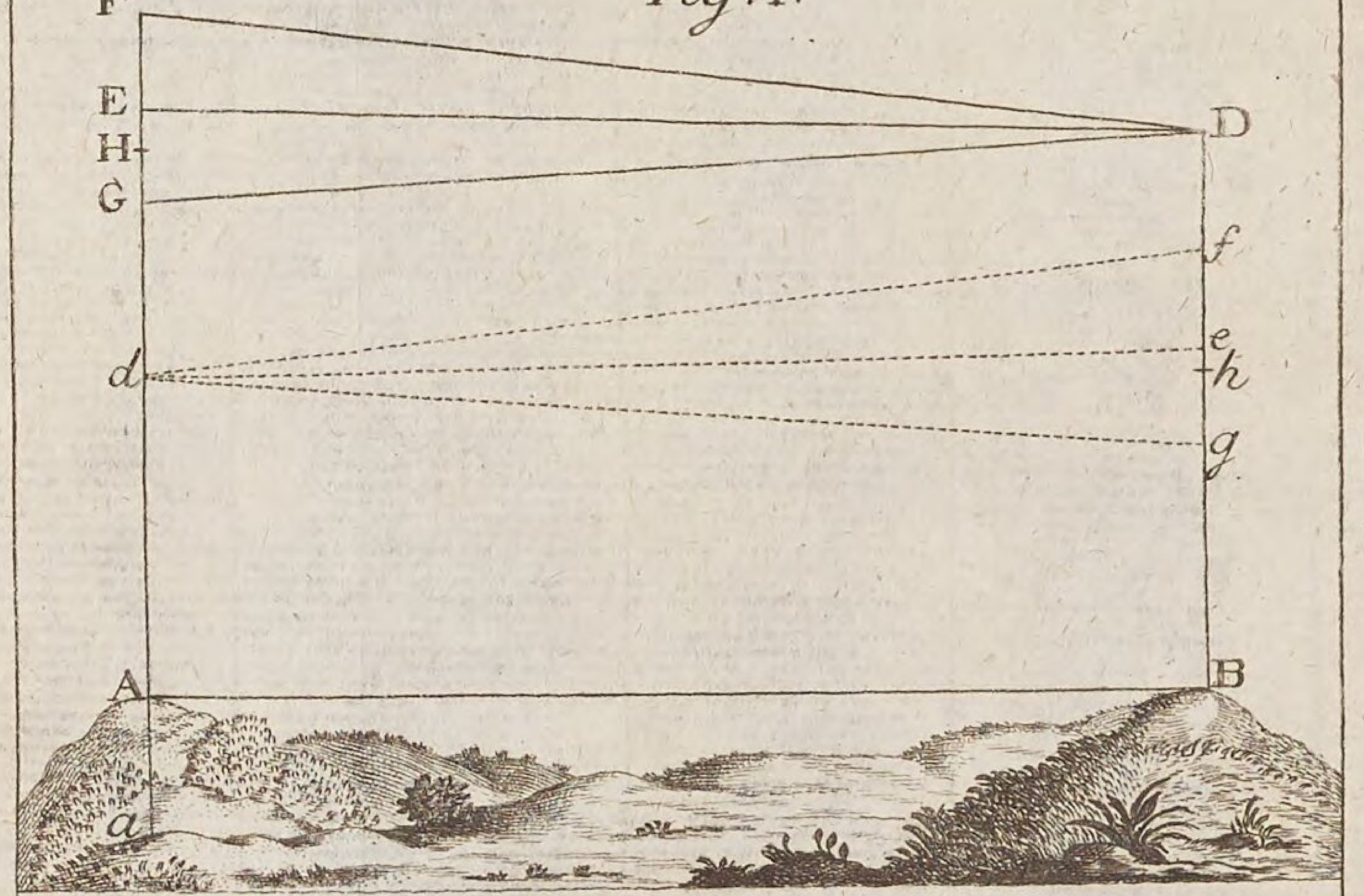
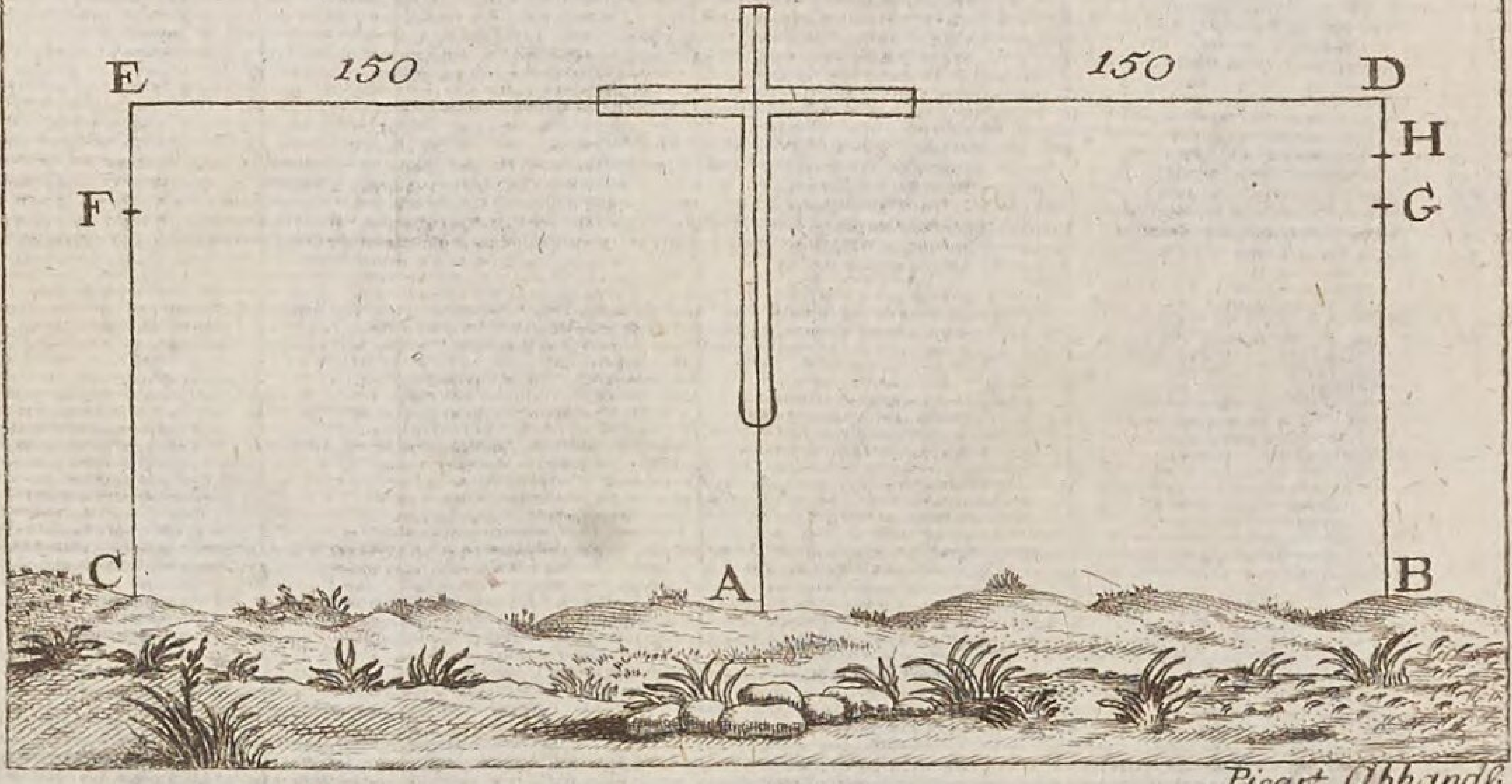
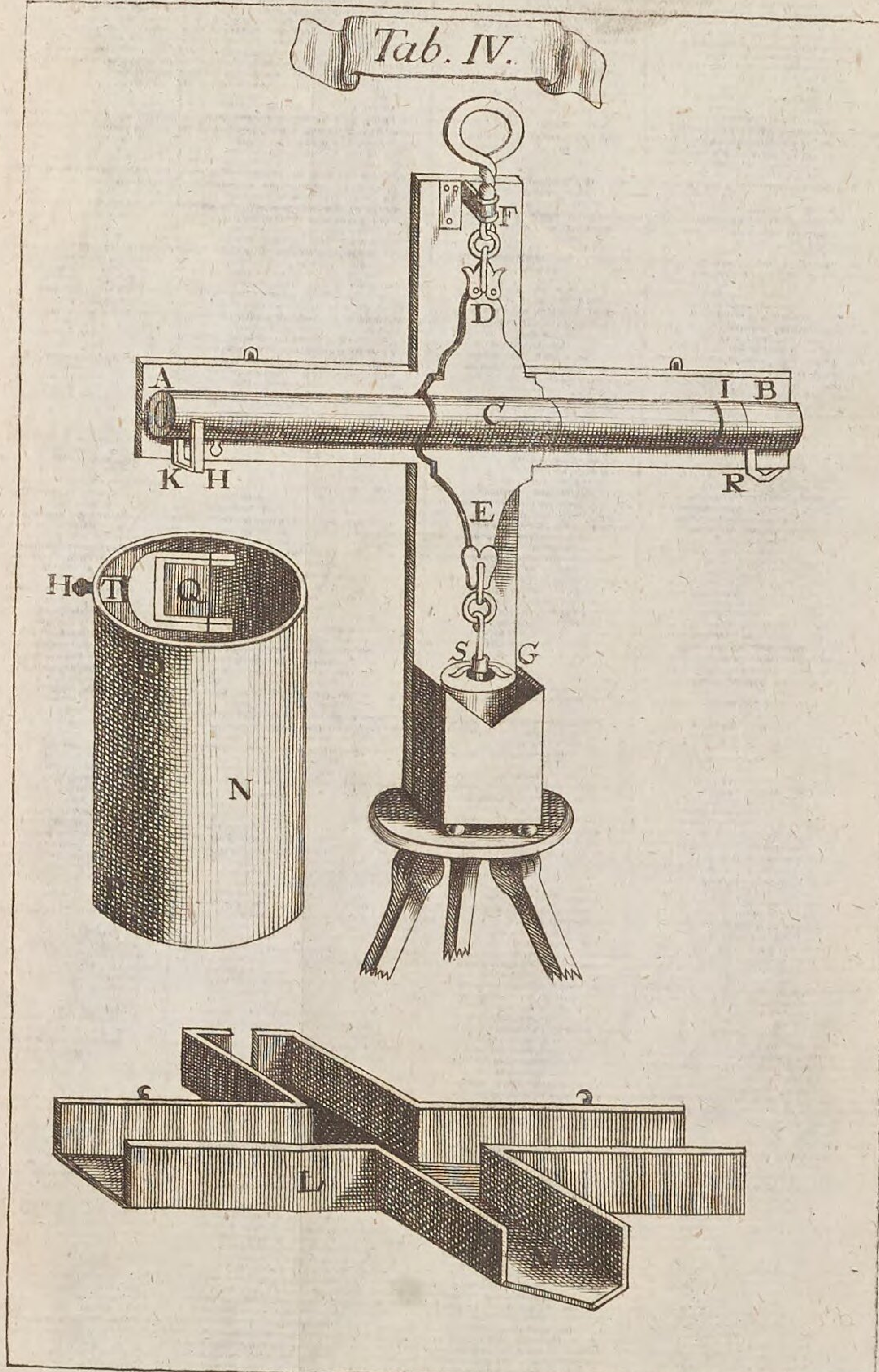


Fig. II.

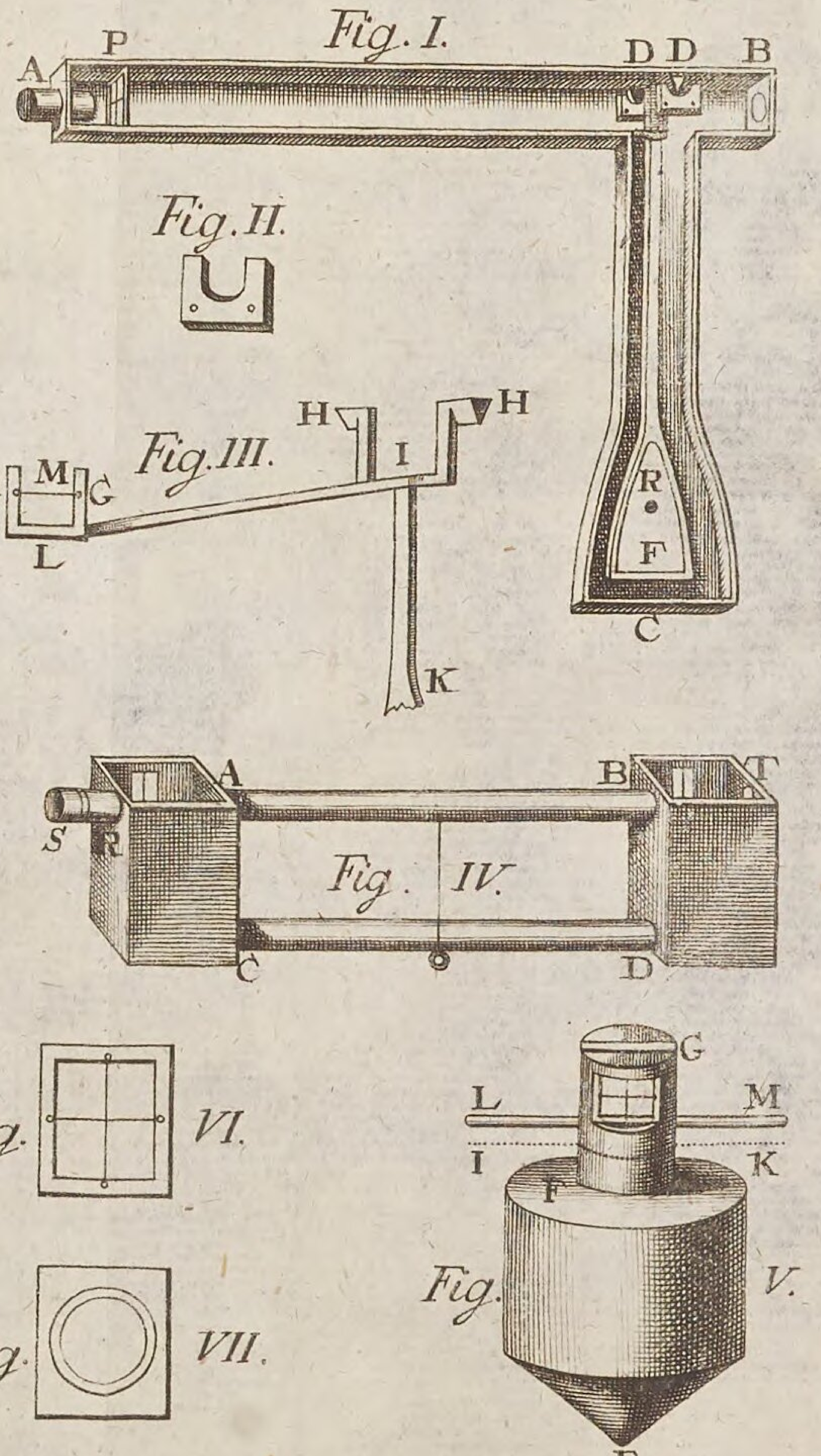


Picart Abhandl.

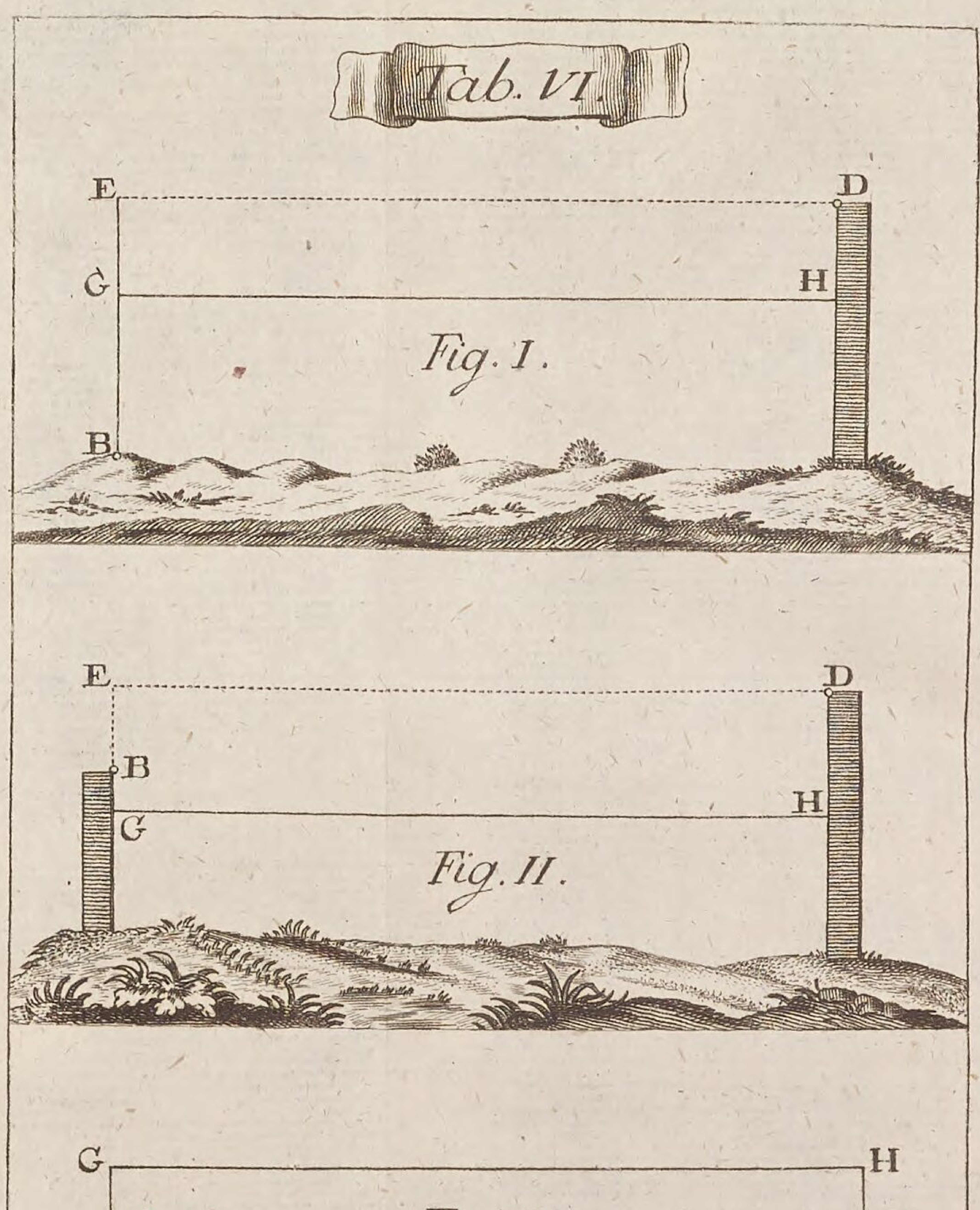


Picart Abhandl.

Tab. V.



Picart Abhandl.



Picart Abhandl.

Tab. VII.

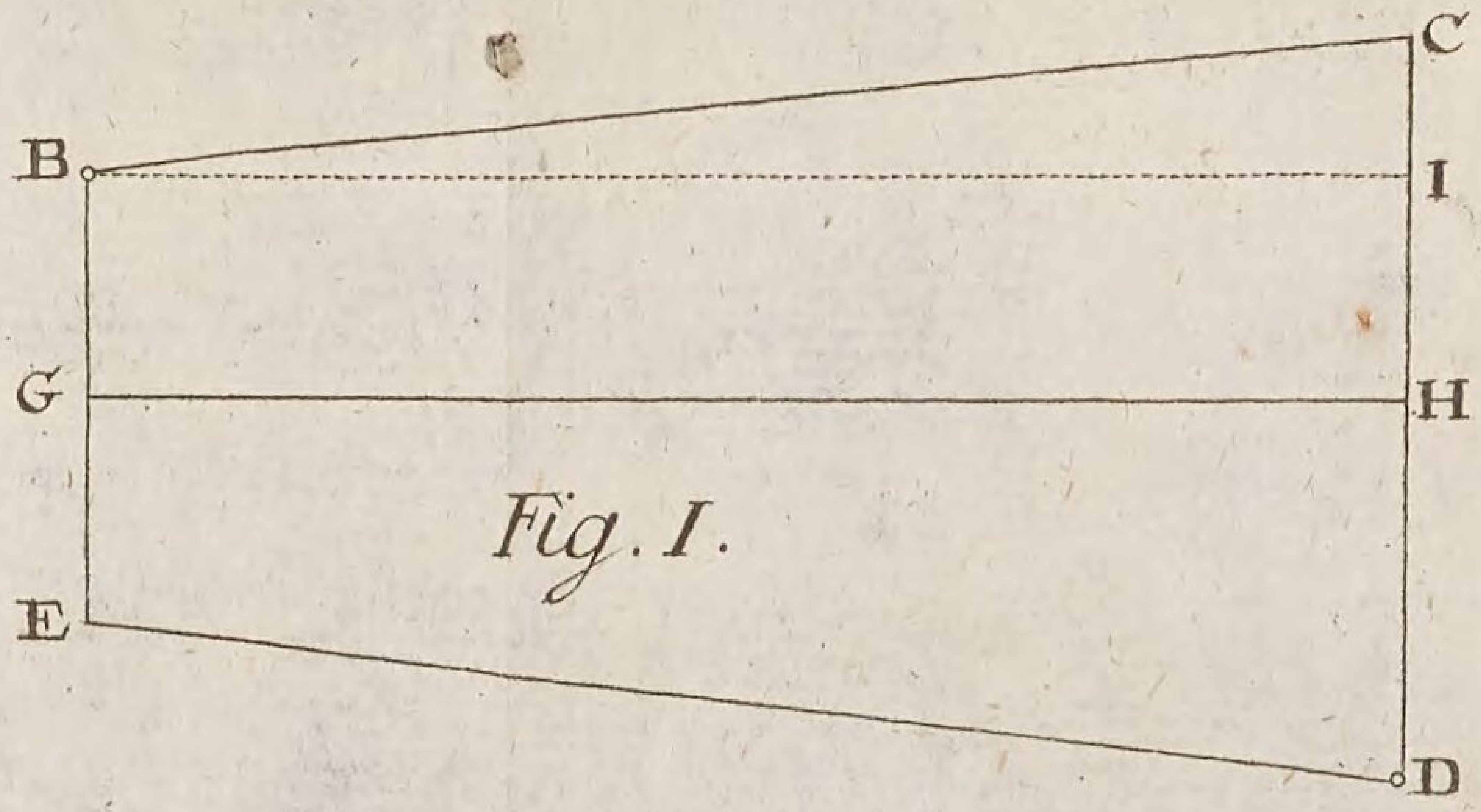


Fig. I.

Fig. II.

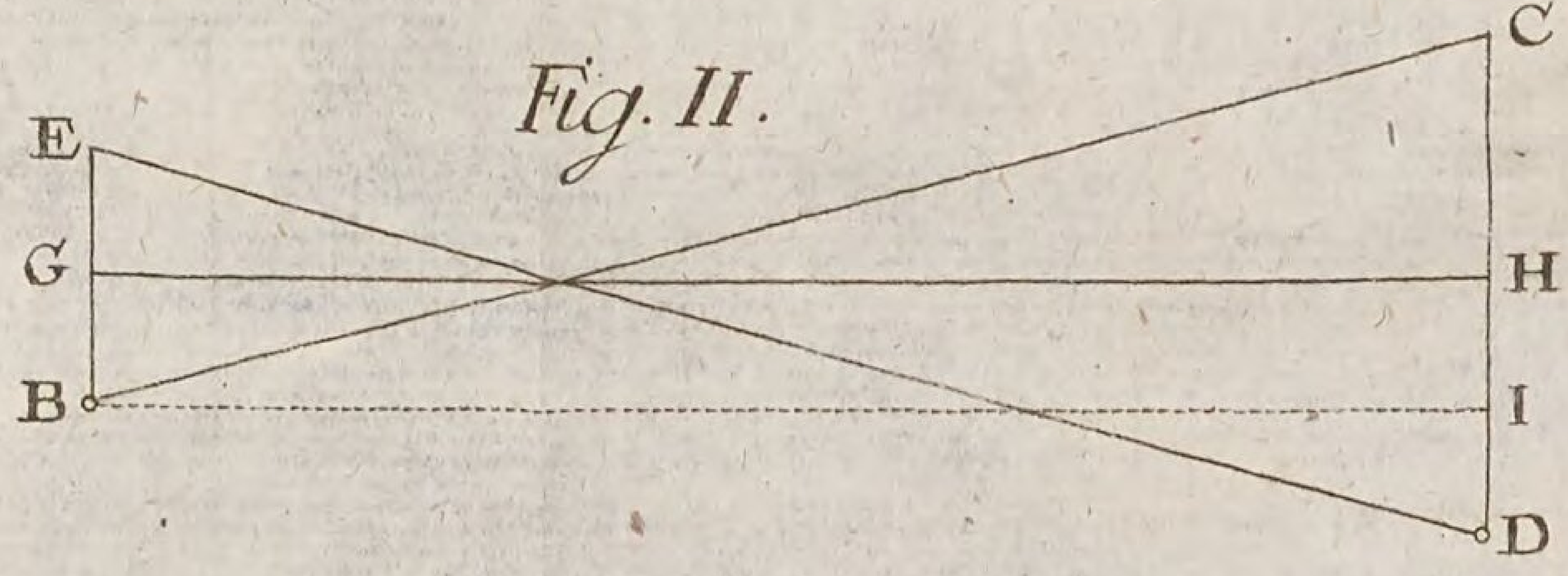
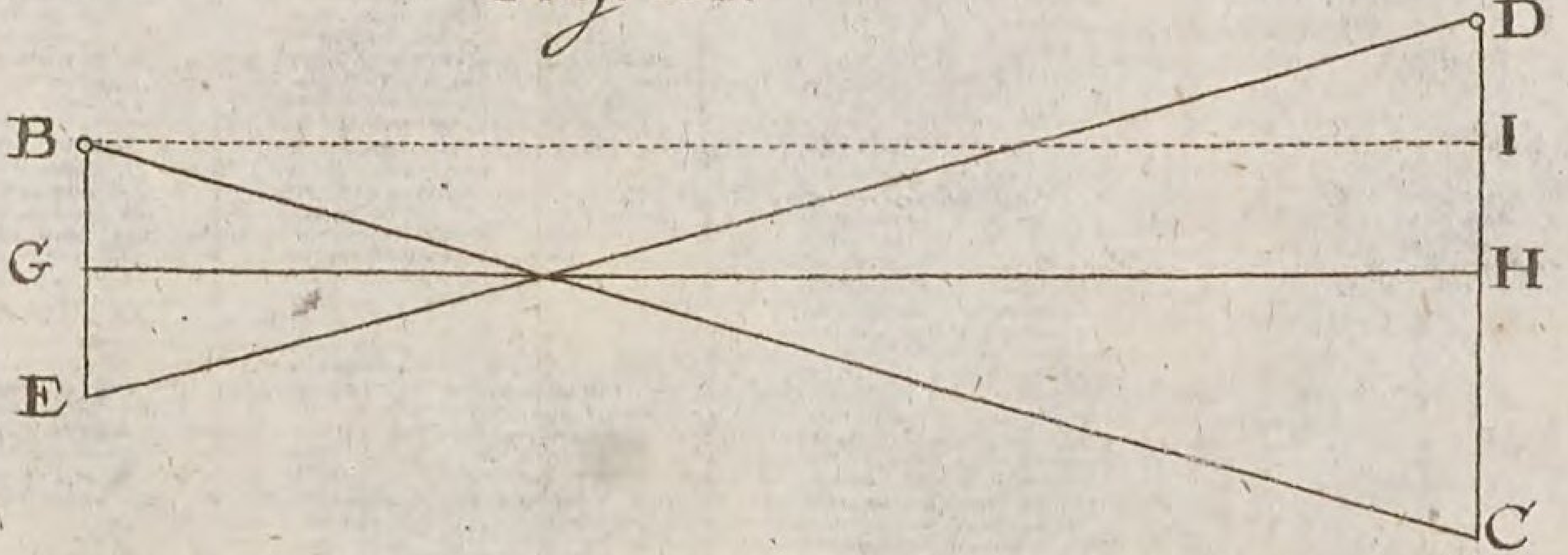
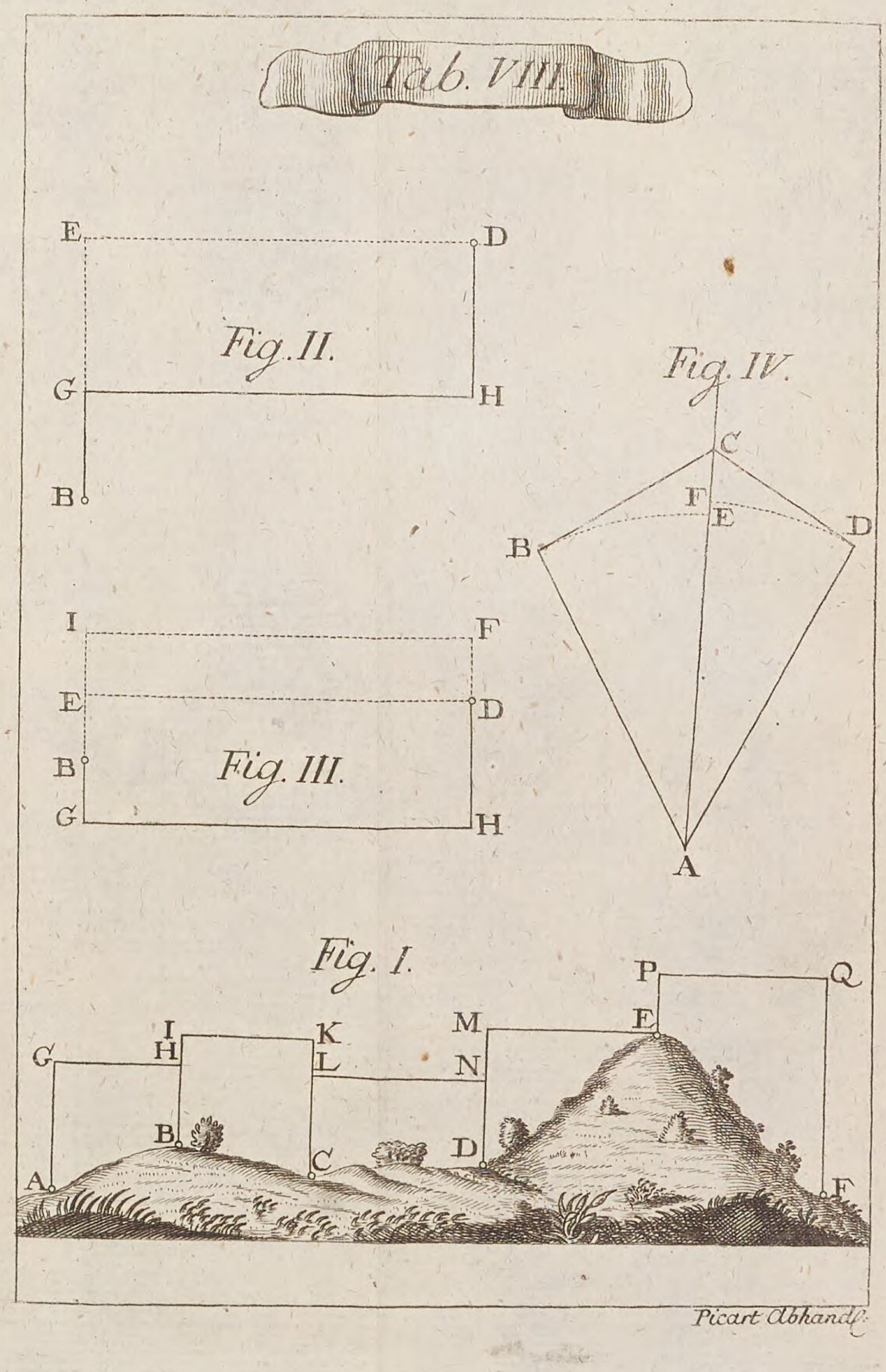


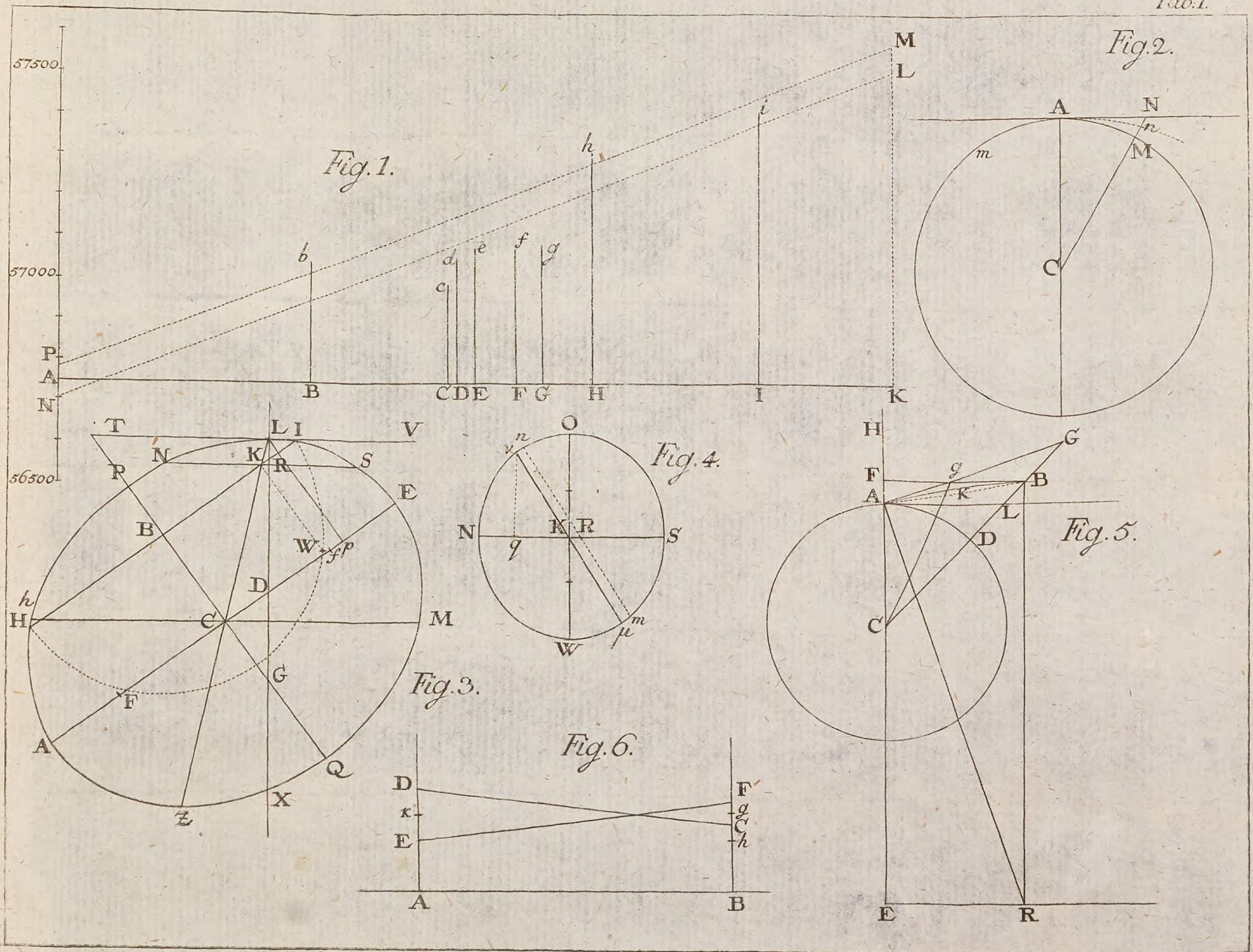
Fig. III.





Picart Abhandl.

Tab. I.



Lambert Beyträge.

Tab. II.
Brandersche Waßerwage.

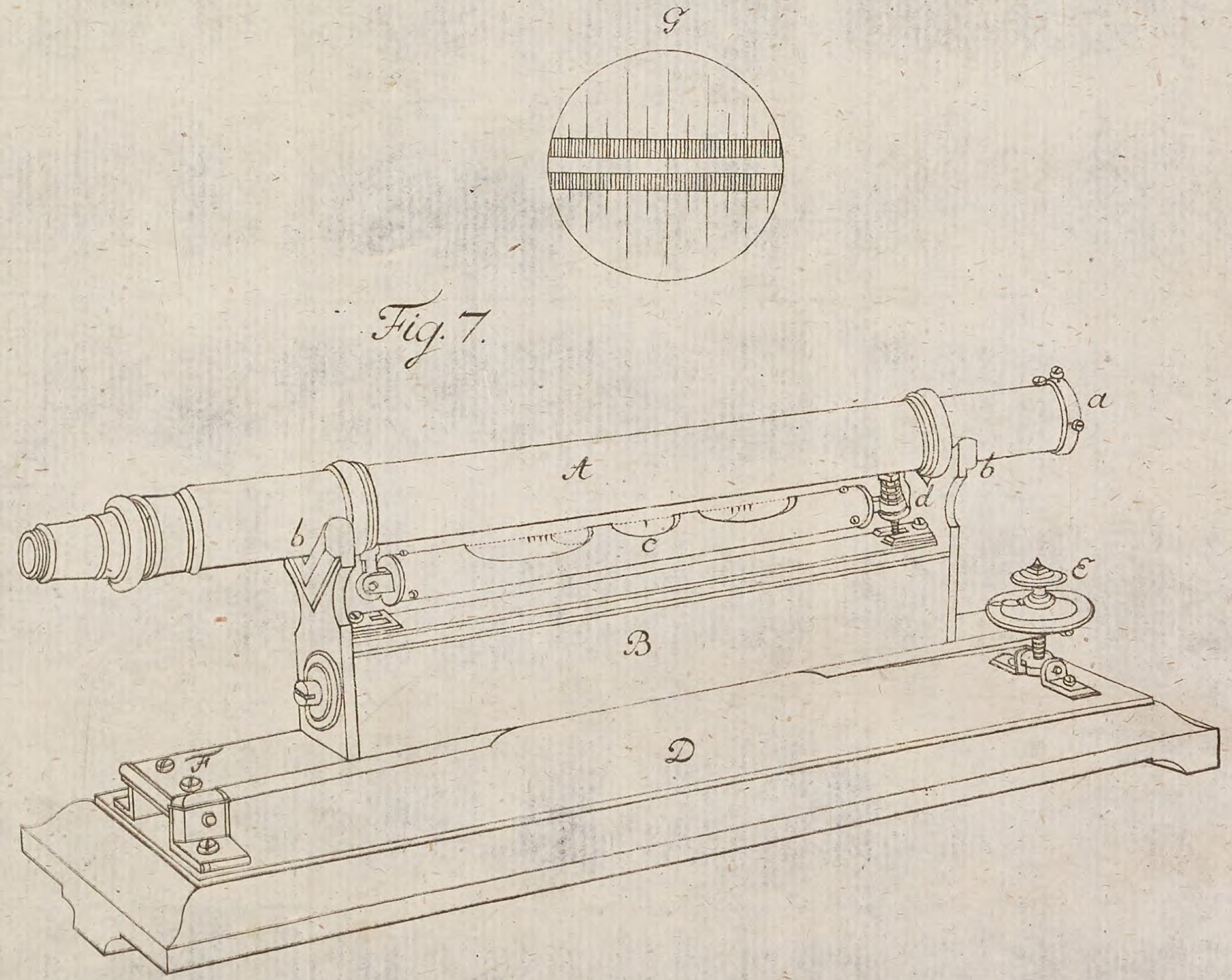


Fig. 7.

EIGENTHUM DER STADT AUGSBURG

JH
Picard
1770

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Picard, Jean, / Lambert, Johann Heinrich, / Passavant, Daniel,

Picards Abhandlung vom Wasserwägen

Berlin 1770

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- H 1747
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11252463-6
VD18 14524392